

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Explosive atmospheres –
Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation**

**Atmosphères explosives –
Partie 19: Réparation, révision et remise en état de l'appareil**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Explosive atmospheres –
Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation**

**Atmosphères explosives –
Partie 19: Réparation, révision et remise en état de l'appareil**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.260.20

ISBN 978-2-8322-2498-4

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Explosive atmospheres –
Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation**

**Atmosphères explosives –
Partie 19: Réparation, révision et remise en état de l'appareil**

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
4 General	13
4.1 General principles	13
4.2 Statutory requirements for repair facility	14
4.3 Instructions for the user.....	14
4.3.1 Certificates and documents	14
4.3.2 Records and work instructions	14
4.3.3 Re-installation of repaired equipment	14
4.3.4 Repair facilities.....	15
4.4 Instructions for the repair facility	15
4.4.1 Repair and overhaul	15
4.4.2 Reclamations.....	19
4.4.3 Alterations and modifications	21
4.4.4 Temporary repairs	22
4.4.5 Rotating machinery.....	22
4.4.6 Inverters	23
5 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "d" (flameproof).....	23
5.1 Application	23
5.2 Repair and overhaul.....	23
5.2.1 Enclosures	23
5.2.2 Cable and conduit entries	24
5.2.3 Terminations	24
5.2.4 Insulation.....	24
5.2.5 Internal connections	24
5.2.6 Windings	24
5.2.7 Auxiliary equipment	26
5.2.8 Light-transmitting parts.....	27
5.2.9 Encapsulated parts.....	27
5.2.10 Batteries.....	27
5.2.11 Lamps	27
5.2.12 Lampholders.....	27
5.2.13 Ballasts	27
5.2.14 Breathing devices	27
5.3 Reclamation	27
5.3.1 General	27
5.3.2 Enclosures	27
5.3.3 Sleeving	28
5.3.4 Shafts and housings	28
5.3.5 Sleeve bearings.....	29
5.3.6 Rotors and stators	29
5.4 Alterations and modifications.....	29

5.4.1	Enclosures	29
5.4.2	Cable or conduit entries.....	29
5.4.3	Terminations	29
5.4.4	Windings	29
5.4.5	Auxiliary equipment	30
6	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "i" (intrinsic safety)	30
6.1	Application	30
6.2	Repair and overhaul	30
6.2.1	Enclosures	30
6.2.2	Cable glands	30
6.2.3	Terminations	30
6.2.4	Soldered connections	30
6.2.5	Fuses	31
6.2.6	Relays	31
6.2.7	Shunt diode safety barriers and galvanic isolators	31
6.2.8	Printed circuit boards.....	32
6.2.9	Optocouplers and piezoelectric components	32
6.2.10	Electrical components	32
6.2.11	Batteries.....	32
6.2.12	Internal wiring.....	32
6.2.13	Transformers	33
6.2.14	Encapsulated components.....	33
6.2.15	Non-electrical parts	33
6.2.16	Testing	33
6.3	Reclamation	33
6.4	Modifications	33
7	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "p" (pressurized)	33
7.1	Application	33
7.2	Repair and overhaul	34
7.2.1	Enclosures	34
7.2.2	Cable and conduit entries.....	34
7.2.3	Terminations	34
7.2.4	Insulation.....	34
7.2.5	Internal connections	34
7.2.6	Windings	34
7.2.7	Auxiliary devices	36
7.2.8	Light-transmitting parts.....	36
7.2.9	Encapsulated parts.....	36
7.2.10	Batteries.....	37
7.2.11	Lamps	37
7.2.12	Lampholders.....	37
7.2.13	Ballasts	37
7.3	Reclamation	37
7.3.1	General	37
7.3.2	Enclosures	37
7.3.3	Shafts and housings	37
7.3.4	Sleeve bearings.....	37

7.3.5	Rotors and stators	38
7.4	Alterations and modifications.....	38
7.4.1	Enclosures	38
7.4.2	Cable and conduit entries.....	38
7.4.3	Terminations	38
7.4.4	Windings	38
7.4.5	Auxiliary equipment	38
8	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "e" (increased safety).....	39
8.1	Application	39
8.2	Repair and overhaul.....	39
8.2.1	Enclosures	39
8.2.2	Cable or conduit entries.....	39
8.2.3	Terminations	39
8.2.4	Insulation.....	40
8.2.5	Internal connections	40
8.2.6	Windings	40
8.2.7	Light-transmitting parts.....	44
8.2.8	Encapsulated parts.....	44
8.2.9	Batteries.....	44
8.2.10	Lamps	44
8.2.11	Lampholders.....	44
8.2.12	Ballasts	44
8.2.13	Breathing devices	44
8.3	Reclamation	44
8.3.1	Enclosures	44
8.3.2	Sleeve bearings.....	45
8.3.3	Rotors and stators	45
8.4	Modifications	45
8.4.1	Enclosures	45
8.4.2	Cable and conduit entries.....	45
8.4.3	Terminations	45
8.4.4	Windings	46
8.4.5	Auxiliary equipment	46
9	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "n".....	46
9.1	Application	46
9.2	Repair and overhaul.....	46
9.2.1	Enclosures	46
9.2.2	Cable and conduit entries.....	47
9.2.3	Terminations	47
9.2.4	Insulation.....	47
9.2.5	Internal connections	47
9.2.6	Windings	47
9.2.7	Light-transmitting parts.....	50
9.2.8	Encapsulated parts.....	51
9.2.9	Batteries.....	51
9.2.10	Lamps	51
9.2.11	Lamp holders.....	51

9.2.12	Ballasts	51
9.2.13	Enclosed break devices	51
9.2.14	Breathing devices	51
9.3	Reclamation	51
9.3.1	General	51
9.3.2	Enclosures	51
9.3.3	Joints	52
9.3.4	Shafts and housings	52
9.3.5	Sleeve bearings.....	52
9.3.6	Rotors and stators	52
9.4	Alterations and modifications.....	52
9.4.1	Enclosures	52
9.4.2	Cable and conduit entries	52
9.4.3	Terminations	52
9.4.4	Windings	52
9.4.5	Auxiliary equipment	53
10	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment covered by IEC 60079-26	53
11	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection Group III ‘t’ (formerly known as ‘tD’ or DIP)	53
11.1	Application	53
11.2	Repair and overhaul	53
11.2.1	Enclosures	53
11.2.2	Cable and conduit entries	54
11.2.3	Terminations	54
11.2.4	Insulation.....	54
11.2.5	Internal connections	54
11.2.6	Windings	54
11.2.7	Light-transmitting parts.....	56
11.2.8	Batteries.....	56
11.2.9	Lamps	57
11.2.10	Lamp holders.....	57
11.2.11	Ballasts	57
11.2.12	Breathing devices	57
11.3	Reclamation	57
11.3.1	Enclosures	57
11.3.2	Joints	57
11.3.3	Shafts and housings	57
11.3.4	Sleeve bearings.....	58
11.3.5	Rotors and stators	58
11.4	Alterations and modifications.....	58
11.4.1	Enclosures	58
11.4.2	Cable and conduit entries	58
11.4.3	Windings	58
11.4.4	Auxiliary equipment	58
12	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection pressurization ‘pD’	58
12.1	Application	58
12.2	Repair and overhaul	59

12.3 Reclamation	59
12.4 Modifications	59
Annex A (normative) Identification of repaired equipment by marking	60
Annex B (normative) Knowledge, skills and competencies of “responsible persons” and “operatives”	62
Annex C (normative) Requirements for measurements in flameproof equipment during overhaul, repair and reclamation (including guidance on tolerances).....	64
Annex D (informative)	67
Bibliography.....	68
Figure C.1 – Determination of maximum gap of reclaimed parts.....	66
Table C.1 – Determination of maximum gap of reclaimed parts	64

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60079-19 bears the edition number 3.1. It consists of the third edition (2010-11) [documents 31J/180/FDIS and 31J/192/RVD] and its amendment 1 (2015-03) [documents 31J/249/FDIS and 31J/250/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 60079-19 has been prepared by subcommittee 31J: Classification of hazardous areas and installation requirements, of IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres.

The significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- inclusion of specific Group I requirements;
- inclusion of offshore requirements.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 60079 series, under the general title *Explosive atmospheres*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

When electrical equipment is installed in areas where dangerous concentrations and quantities of flammable gases, vapours, mists or dusts may be present in the atmosphere, protective measures are to be applied to reduce the likelihood of explosion due to ignition by arcs, sparks or hot surfaces produced either in normal operation or under specified fault conditions.

This part of IEC 60079 is supplementary to other relevant IEC standards, for example IEC 60364 series, as regards installation requirements, and also refers to IEC 60079 series and its appropriate parts for the design requirements of suitable electrical equipment.

Clause 4 of this part of IEC 60079 contains general requirements for the repair and overhaul of equipment and should be read in conjunction with the other relevant clauses of this standard dealing with the detailed requirements for individual types of protection.

In cases where protected equipment incorporates more than one type of protection, reference should be made to all clauses involved.

This part not only gives guidance on the practical means of maintaining the electrical safety and performance requirements of repaired equipment, but also defines procedures for maintaining, after repair, overhaul or reclamation, compliance of the equipment with the provisions of the certificate of conformity or with the provisions of the appropriate explosion protection standard where a certificate is not available.

The nature of the explosion protection offered by each type of protection varies according to its unique features. Reference should be made to the appropriate standard(s) for details.

Users will utilize the most appropriate repair facilities for any particular item of equipment, whether they be the facilities of the manufacturer or a suitably competent and equipped repairer (see Note).

This part recognizes the necessity of a required level of competence for the repair, overhaul and reclamation of the equipment. Some manufacturers may recommend that the equipment be repaired only by them.

In the case of the repair, overhaul or reclamation of equipment which has been the subject of design certification, it may be necessary to clarify the position of the continued conformity of the equipment with the certificate.

NOTE Whilst some manufacturers recommend that certain equipment be returned to them for repair or reclamation, there are also competent independent repair organizations who have the facilities to carry out repair work on equipment employing some or all of the types of protection covered by IEC 60079 series. For repaired equipment to retain the integrity of the type(s) of protection employed in its design and construction, detailed knowledge of the original manufacturer's design (which may only be obtainable from design and manufacturing drawings) and any certificate documentation may be necessary. Where equipment is not being returned to the original manufacturer for repair or reclamation, the use of repair organizations that are recommended by the original manufacturer should be considered.

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation

1 Scope

This part of IEC 60079

- gives instructions, principally of a technical nature, on the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment designed for use in explosive atmospheres;
- is not applicable to maintenance, other than when repair and overhaul cannot be disassociated from maintenance, neither does it give advice on cable entry systems which may require a renewal when the equipment is re-installed;
- is not applicable to type of protection “m”, “o” and “q”;
- assumes that good engineering practices are adopted throughout.

NOTE Much of the content of this standard is concerned with the repair and overhaul of electrical machines. This is not because they are the most important items of explosion-protected equipment, but rather because they are often major items of repairable capital equipment in which, whatever type of protection is involved, sufficient commonality of construction exists as to make possible more detailed instructions for their repair, overhaul, reclamation or modification.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

IEC 60079-1, *Explosive atmospheres – Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures “d”*

IEC 60079-2, *Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure «p»*

IEC 60079-7, *Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety “e”*

IEC 60079-7:1990, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 7: Increased safety “e”*

IEC 60079-7:2001, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 7: Increased safety “e”*

IEC 60079-14, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*

IEC 60079-15:2005, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 15: Construction, test and marking of type of protection “n” electrical apparatus*

IEC 60079-15:2010, *Explosive atmospheres – Part 15: Equipment protection by type of protection "n"*

IEC 60079-19, *Explosive atmospheres – Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation*

IEC 60079-26, *Explosive atmospheres – Part 26: Equipment with equipment protection level (EPL) Ga*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61241 (all parts), *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust*

IEC 61241-0, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 0: General requirements*

IEC 61241-4, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 4: Type of protection "pD"*

ISO 4526, *Metallic coatings – Electroplated coatings of nickel for engineering purposes*

ISO 6158, *Metallic coatings – Electrodeposited coatings of chromium for engineering purposes*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60079-0 and the following apply.

NOTE Additional definitions applicable to explosive atmospheres can be found in IEC 60050-426.

3.1

serviceable condition

condition which permits a replacement or reclaimed component part to be used without prejudice to the performance or explosion protection aspects of the equipment, with due regard to the requirements of the certificate documentation as applicable, in which such a component part is used

3.2

repair

action to restore faulty equipment to its fully serviceable condition complying with the relevant standard

NOTE The relevant standard means the standard to which the equipment was originally designed.

3.3

overhaul

action to restore to a fully serviceable condition equipment which has been in use or in storage for a period of time but which is not faulty

3.4

maintenance

routine actions taken to preserve the fully serviceable condition of the installed equipment (see Clause 1)

3.5
component part
an indivisible item

NOTE The assembly of such items may form equipment.

3.6
reclamation
means of repair involving, for example, the removal or addition of material to reclaim component parts which have sustained damage, in order to restore such parts to a serviceable condition in accordance with the relevant standard

NOTE The relevant standard means the standard to which the individual parts were originally manufactured.

3.7
modification
change to the design of the equipment which affects material, fit, form or function

NOTE As the certificate describes specific construction of the equipment, a modification of the equipment would no longer comply with the construction described in the certificate documentation.

3.8
manufacturer
maker of the equipment (who may also be the supplier, the importer or the agent) in whose name usually the certificate, where appropriate, of the equipment was registered

3.9
alteration
change to a product that results in an alternative construction that is described in the certificate documentation

3.10
user
user of the equipment

3.11
repair facility
facility providing a service that consists of repairs, overhauls, or reclamations of explosion-protected equipment who may be the manufacturer, the user or a third party (repair agency)

3.12
certificate
document that assures the conformity of a product, process, system, person, or organization with specified requirements

NOTE The certificate may be either the supplier's declaration of conformity or the purchaser's recognition of conformity or certification (as a result of action by a third party) as defined in ISO/IEC 17000.

3.13
certificate references
a certificate reference number may refer to a single design or a range of equipment of similar design

3.14
symbol "X"
symbol used to denote specific conditions of use

NOTE The symbol "X" is used to provide a means of identifying that essential information for the installation, use, and maintenance of the equipment is contained within the certificate. Therefore, the certificate documents should be studied before such equipment is installed, repaired, overhauled, reclaimed, altered or modified.

3.15

copy winding

process by which a winding is totally or partially replaced by another, the characteristics and properties of which are at least as good as those of the original

3.16

flameproof enclosure “d”

enclosure in which parts which can ignite an explosive atmosphere are placed and which can withstand the pressure developed during an internal explosion of an explosive mixture and which prevents the transmission of the explosion to the explosive atmosphere surrounding the enclosure

3.17

type of protection “i”

type of protection based on the restriction of electrical energy within apparatus and of interconnecting wiring exposed to the potentially explosive gas atmosphere to a level below that which can cause ignition by either sparking or heating effects

3.18

type of protection “p”

technique of guarding against the ingress of the external atmosphere into an enclosure by maintaining a protective gas therein at a pressure above that of the external atmosphere

3.19

type of protection “e”

type of protection applied to electrical apparatus in which additional measures are applied so as to give increased security against the possibility of excessive temperatures and of the occurrence of arcs and sparks in normal service or under specified abnormal conditions

3.20

type of protection “n”

type of protection applied to the electrical equipment such that, in normal operation and in certain specified regular expected occurrences, it is not capable of igniting the surrounding explosive gas atmosphere

3.21

type of protection “tD” or Group III “t”

type of protection for explosive dust atmospheres where electrical equipment is provided with an enclosure providing dust ingress protection and a means to limit surface temperatures

3.22

type of protection “pD”

technique of applying a protective gas to an enclosure in order to prevent the formation of an explosive dust atmosphere inside the enclosure by maintaining an overpressure against the surrounding atmosphere

4 General

4.1 General principles

This clause covers those aspects of repair, overhaul, reclamation, alteration, and modification which are common to all explosion-protected equipment. Subsequent clauses provide instructions for the additional requirements relevant to specific types of protection. When equipment incorporates more than one type of protection, reference shall be made to the appropriate clauses.

NOTE 1 Additional requirements for types of protection “m”, “o” and “q” have not been defined.

Assuming that repairs and overhauls are carried out using good engineering practices, then repairs and overhauls impacting the type of protection shall be presumed as being in conformity with the certificate when manufacturer's parts or parts specified in 4.4.1 are used and repairs or alterations are carried out specifically as detailed in this standard, the certificate documentation under 4.4.1.5, and when performed by competent persons as provided in 4.4.1.3.

In circumstances where the relevant documentation in accordance with 4.4.1.5.1 is not available, then the repair or overhaul shall be carried out on the equipment in accordance with this standard and other relevant standard(s). The steps taken to obtain the relevant documentation shall be recorded in the repair facility records (see 4.4.1.5.3).

If the equipment has been modified, it shall comply with the requirements of 4.4.3 where a new certificate is required to be prepared or the equipment is no longer suitable for use in a hazardous area.

NOTE 2 In some countries, legal requirements do not permit repair without relevant documentation to Group I equipment unless subjected to complete retesting and a new certificate issued.

If other repair or alteration techniques are used which are not in accordance with this standard, then it will be necessary to ascertain, from the manufacturers, and/or the certification authority, the suitability of the equipment for continued use in an explosive atmosphere.

NOTE 3 Repair of equipment which has no marking plate should be avoided.

4.2 Statutory requirements for repair facility

The repair facility, which may be the manufacturer, user or a third party repair, shall be aware of any specific requirements in relevant national legislation which may govern the repair or overhaul operation.

4.3 Instructions for the user

4.3.1 Certificates and documents

The equipment design certificate and other related documents (see 4.4.1.5) should have been obtained as part of the original purchase contract.

4.3.2 Records and work instructions

The relevant documentation (4.3.1), along with the records of any repairs, overhauls, alterations or modifications, should be kept by the user and made available to the repairer.

NOTE 1 The documentation and records are normally retained in the users verification dossier for the lifetime of the equipment.

NOTE 2 It will be in the interests of the user that the repairer is notified, whenever possible, of the fault and/or nature of the work to be done and any special application information, e.g. a motor supplied by an inverter.

Special requirements stipulated in the user's specifications, and which are supplementary to the various standards, e.g. enhanced ingress protection, specific environmental conditions etc., should be brought to the attention of the repairer.

4.3.3 Re-installation of repaired equipment

Re-installation of repaired equipment is in accordance with IEC 60079-14.

NOTE Before the repaired equipment is re-commissioned, cable/conduit entry systems should be checked to ensure that they are undamaged and are appropriate to the equipment type of protection.

4.3.4 Repair facilities

It is the responsibility of the user to ascertain that the repair facility concerned can demonstrate compliance with the relevant stipulations of this standard.

4.4 Instructions for the repair facility

4.4.1 Repair and overhaul

4.4.1.1 General

Repair facilities shall operate a Quality Management System.

NOTE Overhaul of explosion-protected equipment involves special techniques. The Quality Management System should include documented procedures to ensure work is performed within an agreed refurbishment quality programme. For additional information, see ISO 9001.

The repair facility shall appoint a person ('responsible person') with the required competency (see Annex B), within the management organization, to accept responsibility and authority for ensuring that the overhauled/repaired equipment complies with the certification status agreed with the user. The person so appointed shall have a working knowledge of the appropriate explosion protection standards and an understanding of this standard.

The repair facility must have adequate repair and overhaul facilities as well as the appropriate equipment necessary and trained Operatives with the required competency (see Annex B) and authority to carry out the activities, taking into account the specific type of protection.

The repair facility shall conduct an assessment of the status of the equipment to be repaired, agree with the user the expected certification status of the equipment after repair and the scope of work to be done. This should include the justification for omission of any tests mentioned within this document that the user could reasonably assume to be included. The assessment shall be documented and shall address the relevant clauses of the appropriate equipment standard and this standard and be included in the job report to the user. Such assessments shall be conducted by the responsible person (supported by appropriate Operatives). The responsible person shall only conduct assessments with the explosion protection techniques for which they have demonstrated his competence.

The repair facility shall include additional procedures and systems to carry out overhaul/repair work at sites external to the repair facility, where appropriate.

4.4.1.2 Certificates and standards

The repairer's attention is directed to the need to be informed of, and to comply with, the relevant explosion-protection standards and certificates, including any specific conditions of use, applicable to the equipment to be repaired or overhauled.

4.4.1.3 Competency

All personnel directly concerned with the repair and/or overhaul of the equipment shall be competent or supervised by a competent person. The competencies may be specific to the type of work.

Training and competency assessments are specified in Annex B.

Appropriate training and assessment shall be undertaken from time to time at intervals depending on the frequency of utilization of the technique or skill and change of standards or regulations. The interval should normally not exceed three years.

4.4.1.4 Repair of components

When a component of complete equipment is taken off site for repair, such as a rotor of a rotating machine, and it is impracticable to carry out certain tests, the repairer shall document the details and communicate them to the user before starting the repair.

NOTE In some countries, legal consequences may depend upon the extent to which the carrying out or not of certain actions or tests is practicable.

4.4.1.5 Documentation

4.4.1.5.1 General

The repair facility shall seek to obtain all necessary information/data from the user or manufacturer for the repair and/or overhaul of the equipment. This may include information relating to previous repairs, overhauls or modifications. The repair facility shall also have available and refer to the relevant explosion-protection standard.

NOTE As from the fourth edition of IEC 60079-0, manufacturers are required to prepare instructions including repair.

The data necessary for the repair and/or overhaul includes, but is not limited to, details of the:

- technical specification;
- drawings;
- type(s) of explosion-protection;
- operating conditions (such as environment, supply (inverter), lubricants, duty, etc.)
- dismantling and assembly instructions;
- certificate documentation with certificate limitations (specific conditions of use), where specified;
- marking (including Ex marking);
- recommended methods of installation/operation/maintenance/repair/overhaul for the equipment;
- list of spare parts;
- summary of previous history of the repaired product including information as gathered under 4.3.2.

The information may be subject to amendments.

The repair facility shall maintain copies of any relevant explosion-protection standards with which repaired/overhauled equipment is claimed to comply.

4.4.1.5.2 Job report to the user

At the completion of the work, job reports shall be submitted to the user (see 4.3.2), for inclusion in the user's verification dossier, containing, at least, the following:

- details of fault(s) detected;
- full details of repair and overhaul;
- list of replaced or reclaimed parts;
- results of all checks and tests (in sufficient detail to be useful if required by the next repairer, see 4.3.2);
- a comparison of the results against the criteria that have been used to determine compliance;
- copy of the user contract or order;

- a recapitulation of the marking applied in accordance with Annex A.

The job reports of repairs/overhauls shall be retained for a period of time as agreed with the user. Retained information shall be adequately controlled to ensure correct retrieval.

For repairs undertaken without documentation in accordance with 4.4.1.5.1, the following shall be included in the repair report:

- a statement that the repair is in accordance with the manufacturer's instructions or applicable requirements of the Ex standard for the particular type of protection against which the equipment was originally manufactured;
- a statement that the repairer has insufficient evidence of full compliance with the certificate documents;
- a statement that any specific conditions of use have not been identified or considered in the repair or overhaul.

4.4.1.5.3 Repair facility records

The following records shall be retained by the repair facility:

- current and past copies of relevant technical standards in addition to the explosion protection standards;
- certification of Facility Quality Standard including:
 - details of Repair provider's Quality Assessment Scheme;
 - test instrument calibration;
 - competency and training records of personnel;
 - purchasing control system;
 - customer complaints system;
 - internal and, where appropriate, external audit documentation;
 - management review;
 - process control procedures;
 - register of manufacturer's drawings.
- job records including:
 - the steps taken to obtain the certificate documentation;
 - mechanical inspection record for compliance with relevant standards;
 - defect identification;
 - electrical test records before and after repair including traceability of instruments used and pass/fail criteria;
 - attestation of conformity for replacement components;
 - recovery procedure for repaired components;
 - record of any assessments by the responsible person along with the justification for decisions taken;
 - record of mechanical inspection during assembly and upon completion;
 - record of work undertaken by the repair facility;
 - record of any replacement parts manufactured by the repairer.

The record of the reclamation of repaired components (4.4.2.2.2) shall, at least, identify the following:

- a) identification of the component part;
- b) name of the organization carrying out the reclamation;

- c) a detailed justification for the work carried out;
- d) various options considered (e.g., welding, metal spraying);
- e) technical parameters, e.g., bond strength;
- f) the reasons for selecting the chosen technique;
- g) consumables used and method of storage;
- h) base material;
- i) reclamation process manufacturers' instructions considered;
- j) procedure utilized;
- k) identity and competency of the operator;
- l) inspection procedure used, e.g., ultra-sonic, dye-penetration, X-ray;
- m) maintenance and calibration details of automatic systems;
- n) detail of any dimensions which differ from those in relevant certificate documents or the original dimensions of the component part;
- o) drawing showing reclamation details including material removed and replaced;
- p) date of reclamation.

These records shall be retained for a period of at least ten years or as agreed with the user.

4.4.1.6 Spare parts

4.4.1.6.1 General

It is preferable to obtain new parts from the manufacturer, and the repairer shall ensure that only appropriate spare parts are used in the repair or overhaul of certified equipment. Depending on the nature of the equipment, these spare parts may be identified by the manufacturer, the equipment standard or the relevant certificate documentation.

Where components cannot be supplied by the original manufacturer, where the full specification for the component is available, and where the repairer's quality scheme permits, the repairer may manufacture replacement component parts. Records of such replacement shall be retained and provided to the user.

4.4.1.6.2 Fasteners

Where replacement bolts are used, they shall be the same type, diameter, pitch and length and at least the same tensile strength as specified for the original equipment.

Washers, plain or lock, shall not be placed under bolt heads, screw heads or nuts unless they are specified in the original certificate documentation or in the type of protection standard to which the equipment was manufactured.

4.4.1.6.3 Sealed parts

Parts, which are required by the equipment specification and certificate documents to be sealed, shall be replaced only by the particular spare part(s) detailed in the parts list.

NOTE Devices incorporated in equipment to indicate interference by third parties (e.g., security seals) as distinct from those required in the certificate documentation, are not intended to fall within the scope of this subclause.

4.4.1.7 Identification of repaired equipment

The equipment shall be marked to identify the repair or overhaul and the repairer's identity. The marking for the repaired equipment is given in Annex A.

Marking may be provided on a separate label. It may be necessary to amend or remove or supplement the label in certain circumstances as follows.

- q) If after repair, overhaul, or alteration, the equipment still complies with the restrictions imposed by this standard and the type of protection standards to which it was manufactured, but does not necessarily comply with the certificate documentation, the label should not normally be removed and the repair symbol "R" shall be written within an inverted triangle (see Annex A).
- r) If after repair, overhaul, alteration, or modification, the equipment is changed such that it no longer conforms with the type of protection standards or certificate documentation, the "Ex" marking and the mark of the certificate issuer on the certification label shall be removed unless a supplementary certificate has been obtained.
- s) Where the standards to which the previously certified equipment was manufactured are not known, the requirements of this standard and the current edition of the relevant type of protection standards shall apply. An assessment, by a person competent in assessing explosion protected equipment, shall be conducted to verify compliance with the relevant level of safety prior to release of the equipment by the repairer.

4.4.2 Reclamations

4.4.2.1 General

Where the repair process involves reclamation work, then, in addition to the requirements of 4.4.1 for repairs and overhauls, the requirements of 4.4.2 also apply.

4.4.2.2 Exclusions

Some component parts are considered not to be reclaimable and are therefore excluded from the scope of this standard, such as:

- component parts made from the following materials: glass, plastics, or any material that is not dimensionally stable;
- fasteners;
- component parts, e.g., some encapsulated assemblies, which have been stated by the manufacturer to be not subject to repair.

4.4.2.2.1 Requirements

4.4.2.2.2 General

Any reclamation shall be carried out by competent personnel, skilled in the process to be employed and using good engineering practices (see Annex B). If any proprietary process is used, the instructions of the originator of such a process should be followed.

All reclamation shall be documented in accordance with 4.4.1.5.3.

If the reclamation is carried out other than by the user, the user shall be provided with a copy of the record.

4.4.2.2.3 Responsibilities

If reclamations are contracted out by the repair facility to a specialized industry, such reclamations shall be the responsibility of the repair facility.

4.4.2.2.4 Reclamation procedures

4.4.2.2.5 General

The following outlines some of the reclamation procedures which may be applicable to explosion-protected equipment.

It should be recognized that not all procedures are applicable to all types of protection. Detailed instructions are given in the appropriate clauses of this standard.

Metal removal shall be minimized and be just sufficient to remove the defect requiring repair and provide the minimum coating thickness recommended for the technique used.

NOTE 1 Industry guidance would suggest that the removal of up to 2 % of metal thickness, or 0,5 mm metal thickness, whichever is greater, for metal spraying and up to 20 % for welding will not be significantly detrimental to the strength of the component.

NOTE 2 Removal of a greater thickness of material should only be carried out after due consultation with the manufacturer or by calculation where the manufacturer is no longer available.

On completion of the reclamation, the repairer shall satisfy himself that the equipment is in a fully serviceable condition and complies with the standard(s) for the type of protection. Such compliance shall be recorded by the repair facility and retained in the job files.

4.4.2.2.6 Metal spraying

This method shall be used only when the extent of the wear or damage, plus the machining necessary to prepare the component part for reclamation, does not weaken the part beyond safe limits. A sprayed metal inlay, whilst adding some stiffness, shall not be taken into account when strength is considered. Indeed, the machining process prior to the application of metal spray may introduce stress raisers which may further weaken the component.

NOTE Metal spraying is not recommended where peripheral speed exceeds 90 m/s.

4.4.2.2.7 Electroplating

Electroplating is an acceptable procedure provided that the part is not weakened beyond safe limits. Detailed procedures for chromium and nickel plating are given in ISO 6158 and ISO 4526, respectively.

4.4.2.2.8 Sleaving

This method shall be used only when the extent of the wear and damage, plus the machining necessary to prepare the part for reclamation, does not weaken the part beyond safe limits. A sleeve, whilst adding some stiffness, should not be taken into account when strength is considered.

4.4.2.2.9 Brazing and welding

Reclamation by brazing or welding shall be considered only if the technique employed ensures the correct penetration and fusion of braze or weld with parent metal, resulting in adequate reinforcement, the prevention of distortion, the relief of stresses and the absence of blow-holes. It should be recognized that brazing and welding raise the temperature of the component to a high level and may cause fatigue cracks to propagate.

The following welding techniques are recognized by this standard:

- MMA: Manual metal arc
- MIG: Metal inert gas
- TIG: Tungsten inert gas

- Sub-Arc: MIG under a layer of flux
- Hot wire

Other techniques shall only be utilized in reclamations after due consultation with the manufacturer or, if relevant, the certifying authority.

4.4.2.2.10 Metal stitching

The cold reclamation of a fractured casting by the technique of closing the fracture with nickel alloy stitches and sealing the crack by nickel alloy chain studding may be admissible subject to a suitable thickness of casting.

4.4.2.2.11 Threaded holes for fasteners

Threads which have been damaged beyond an acceptable extent may be reclaimed, depending upon the type of protection, by the following means:

- oversize drilling and re-tapping;
- oversize drilling, re-tapping and the fitting of a proprietary thread insert which passes the appropriate pull test as specified by the thread insert manufacturer;
- oversize drilling, plugging¹, re-drilling and re-tapping;
- plugging², re-drilling and tapping elsewhere;
- plug-welding, re-drilling and tapping.

4.4.2.2.12 Re-machining

Re-machining worn or damaged surfaces shall be considered only if

- the component part is not weakened beyond safe limits;
- provided that the integrity of the enclosure is maintained;
- the required surface finish is achieved.

4.4.3 Alterations and modifications

4.4.3.1 Alterations

Where the repair process involves alteration work, then, in addition to the requirements of 4.4.1 for repairs and overhauls, the requirements of 4.4.3 also apply.

No alteration shall be made to the equipment unless that alteration is permitted in the certificate documentation. If the certificate documentation is not available to the repairer, the proposed alteration is confirmed in writing by the manufacturer to be permitted by the certificate. Subsequent clauses of this standard give detailed instructions regarding alterations in the context of different types of protection.

4.4.3.2 Modifications

The user shall be informed in writing and his written instructions obtained if a modification is proposed, which results in the equipment not conforming to the certificate documentation. If the modification is performed, the equipment is no longer suitable for use in an explosive atmosphere without additional assessment. If the repair is performed, and additional assessment not performed, the label shall be removed or altered to give a clear indication that the equipment does not conform to the original certificate. In addition, the report to the user shall clearly state the engineering characteristics of the modification and that the equipment is not suitable for use in an explosive atmosphere without additional assessment.

¹ Plugs shall be securely retained.

NOTE 1 The "assessment" may include third party certification of the modified equipment, but this may not be practical in all situations. When not practical, assessments by competent persons may be accepted by the user.

NOTE 2 Where labels are removed, efforts should be made to maintain traceability of the product in consultation with the user.

4.4.4 Temporary repairs

A temporary repair intended to achieve continued short-term operation of the equipment shall only be carried out if retention of explosion-protection aspects is ensured or other appropriate measures are taken until the equipment is fully restored. Certain temporary repair procedures may therefore not be allowed. Any temporary repair shall be brought up to full repair standards as soon as reasonably practicable.

4.4.5 Rotating machinery

4.4.5.1 Removal of damaged windings

The procedure of softening the impregnating varnish of windings with solvents before stripping is acceptable.

The alternative procedure which uses the application of heat to facilitate the removal of windings is acceptable provided that the operation is carried out with caution so as not to damage the insulation between the laminations of magnetic parts.

Removal of windings by heat on equipment with type of protection "e" and equipment with any type of protection having temperature class T6, T5 or T4 requires particular caution.

NOTE The advice of the manufacturer should be sought, regarding the construction of the core and the inter-laminar insulation material, if necessary.

The application of open flames to the core is not acceptable because it may damage the insulation between laminations.

The need for particular caution in those circumstances arises from the fact that an increase in core loss, which could result from degradation of inter-laminar insulation, could significantly affect type "e" parameters (t_E -time, etc.) or result in the temperature classification being exceeded.

The repairer shall satisfy himself, as in all reclamation procedures, that on completion of the reclamation the equipment is in a fully serviceable condition and complies with the standard(s) for the relevant explosion concept (see also 4.4.2.2.4).

4.4.5.2 Additional requirements

Before a rewound or repaired rotating machine is returned to the user, the repair facility shall ensure that fan cover ventilation holes are not blocked or damaged as to impair the passage of cooling air over the machine, and that any fan clearances are in compliance with the requirements of the equipment standards, if appropriate. Should a fan or fan cover be damaged so as to require renewal, the replacement parts shall be obtained from the manufacturer. If not available, then they shall be of the same dimensions and at least the same quality as the original parts. They shall, where appropriate, take account of the requirements of the equipment standard to avoid frictional sparking and electrostatic charging, and of the chemical environment in which the machine is used.

4.4.5.3 Lubricants and corrosion inhibitors

Third-party repairers should establish from the user that on any rotating machine, on which they are asked to work, if any special lubricants are required. Attention is drawn to the correct selection and application of lubricants and corrosion inhibitors for example:

- no migration onto un-insulated electrical parts occurs;
- the flash-point of the lubricant or corrosion inhibitor exceeds the temperature class of equipment for which it is to be applied;
- the environment in which the equipment is used;
- it's application will not aide flame transmission or defect the type of protection technique.

4.4.6 Inverters

Particular attention is drawn to the need for care when adding an inverter to an Ex rotating machine in ensuring that this is only done when the intended combination of inverter and rotating machine is specified in the certificate or in the rotating machine manufacturer's documentation.

Third-party repairers should establish from the user that if any rotating machine, on which they are asked to work, are fed by an inverter.

5 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "d" (flameproof)

5.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and alteration of equipment with type of protection "d". It should be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which should be referred to when repairing or overhauling an Ex "d" equipment are those to which the equipment was originally manufactured (see IEC 60079-1).

5.2 Repair and overhaul

5.2.1 Enclosures

5.2.1.1 General

It is preferable to obtain new parts from the manufacturer. Particular attention shall be paid to the correct assembly of flameproof enclosures after repair or overhaul, in order to ensure that the flameproof joints comply with the requirements of the relevant standard and, where appropriate, with the certificate documentation. Where flameproof joints are not gasketed and the manufacturer's documentation does not address joint protection but for ingress protection, then only non-setting grease or anti-corrosive agents without evaporating solvents shall be used or other methods of protection in accordance with IEC 60079-14.

Corrosion or deformation of parts shall be evaluated to ensure any original openings or gaps in the enclosure have not exceeded the limits of surface finish and the flamepath gap.

Where gaskets which are not part of the flamepath are incorporated into the flameproof joints, replacements shall be of the same materials and dimensions as the original. Any proposed change of material shall be referred to the equipment manufacturer, user or certification authority.

The drilling of holes into an enclosure is a modification and shall not be carried out without reference to the manufacturer's certified drawings, or, in exceptional circumstances, e.g., manufacturer discontinued trading, to the certifying authority.

NOTE Care should be taken when changing surface finish, paint, etc., as this may affect the surface temperature of the enclosure and thus the temperature classification.

5.2.1.2 Over-pressure testing

An over-pressure test shall be conducted where structural repairs of the enclosure have occurred or the integrity of the enclosure is in doubt.

Testing shall be completed at 1,5 times the reference pressure nominated in certificate documentation and held at least 10 s. Where reference pressure is not stated, Group I are to be tested at 1 000 kPa, IIA and IIB enclosures at 1 500 kPa and Group IIC enclosures at 2 000 kPa. Pass/fail criteria shall include assessment of structural damage, measured at the geographical centre of an enclosure panel. Following over-pressure test, flamepath joint surfaces are to be measured to verify there is no permanent deformation.

For enclosures with threaded flameproof joints, where the threadform cannot be verified, an overpressure test shall be conducted.

Where over-pressure tests are carried out on motors or enclosures that are water-cooled, the tests shall be done with the water jacket dry and open to the atmosphere.

5.2.2 Cable and conduit entries

Entries into flameproof enclosures shall conform, after repair or overhaul, to the conditions detailed in the appropriate equipment standard and/or certificate documentation where applicable.

5.2.3 Terminations

Care shall be taken when refurbishing terminations to maintain clearance and creepage distances. Any replacement terminals, bushings or parts should be obtained from the manufacturer or shall conform to the relevant equipment standard and/or certificate documentation, where applicable.

5.2.4 Insulation

A class of insulation the same as, or superior to, that originally provided shall be employed. For example, a winding insulated with class B (130 °C) material may be repaired using class F (155 °C) material (see IEC 60085). However, in this example, the permitted temperature rise of the motor remains that of class B (130 °C).

NOTE If the motor output is increased, the motor will require recertification.

5.2.5 Internal connections

There are no particular requirements relating to this type of protection but repairs to internal connections shall be of a standard at least equivalent to that of the original design.

5.2.6 Windings

5.2.6.1 General

The original winding data shall preferably be obtained from the manufacturer. If this is not reasonably practicable (i.e. the original data is not available from the manufacturer) then use may be made of copy winding techniques, which includes determination of winding connections, conductor size, turns, coil pitch, winding projection, and may include a determination of the original coil resistance. The materials used in rewinding shall comprise an appropriate insulation system. If superior insulation is proposed compared to that of the original, the rating of the winding shall not be increased without reference to the manufacturer, as the temperature classification of the equipment could then be adversely affected.

5.2.6.2 Repair of rotating machine rotors

A faulty bar-wound rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer or repaired using materials of identical specification. Particular care is necessary to ensure that, when replacing bars in a cage rotor, such bars are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer should be adopted.

A faulty die-cast cage rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer.

If the original manufacturer is no longer able to supply a replacement, it is possible to produce a new rotor winding with identical characteristics to the original.

NOTE Identical characteristics includes materials and dimensional characteristics of shorting ring and ventilation aides.

Damage to the external surface of the shorting ring of a die cast rotor, including ventilation aides, can be repaired.

5.2.6.3 Testing after repair of windings

5.2.6.3.1 General

Windings, after complete or partial repair, shall be subjected, preferably with the equipment assembled, to the following tests, as far as is reasonably practicable.

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. Replacement winding resistance should not differ from the original winding resistance by more than 5 %. In the case of polyphase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced. Unbalance (i.e. the difference between the highest and the lowest values) shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 If the winding resistance of the repaired winding differs from that of the original winding (either obtained from the original manufacturer's data, measurement from an undamaged winding, or derived by calculation from the damaged winding) by more than 5 %, additional thermal tests may be required to confirm continued conformity to the stated insulation class and temperature class.

NOTE 2 In the event that the winding resistance is unbalanced, it should be verified by a competent person that the specific motor is suitable for the intended application.

- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. A minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended.

Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature, type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE 3 The insulation resistance should not be less than 20 M Ω at 20 °C on a completely rewound equipment intended for use up to 690 V.

- c) A high-voltage test in accordance with a relevant standard shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value shall be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in polyphase systems shall be balanced in all phases, as far as is reasonable.
- e) High-voltage (e.g., 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE 4 Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

5.2.6.3.2 Rotating machines

Rotating machines, in addition to the above tests, shall be subjected to the following tests, as far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at rated speed and rated voltage, to check bearing temperature, noise or vibration and no load current values. The cause of any untoward increase in bearing temperature, noise and/or vibration shall be investigated and corrected. Unbalance in no load current shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 When the rated speed is a range of values the test should be run at the highest practicable speed within that range.

- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load current and to check balance on all phases. (The test, which in some respects is an alternative to a full-load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its connections and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 2 Where this test is not reasonably practical other means of verification should be used.

- c) High-voltage (e.g., 1 000 V a.c./1 500 V d.c., and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE 3 Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

5.2.6.4 Temperature sensors

5.2.6.4.1 Repaired windings

If embedded temperature sensors were included to monitor winding temperatures, it is recommended that replacements have the same characteristics as the original sensors and they are embedded in the same location in the repaired winding before varnishing and curing.

5.2.6.4.2 Overhaul

It is recommended that temperature sensors be checked and if defective replaced as part of any overhaul. If replacement is required, temperature sensors shall be as specified in the documentation prepared in accordance with IEC 60079-0, and shall be installed as specified in that documentation. Replacement of defective embedded temperature sensors during an overhaul, which are required as part of the certificate documentation, will necessitate a re-wind.

NOTE If the documentation is not available, or the identical temperature sensors are not available, the acceptability of the replacement should be assessed and documented by the responsible person.

5.2.7 Auxiliary equipment

5.2.7.1 Flameproof brake units

Where a flameproof brake unit attached to a rotating machine is also certified and is in need of repair, it is recommended that it be returned to the manufacturer, together with the machine. This course is recommended because of the close construction constraints. However, such repairs are possible by repair facilities other than those of the manufacturer providing the repair facility is in possession of the necessary drawings and information from the manufacturer or by reference to the type of protection standard.

5.2.7.2 Other auxiliary devices

Where auxiliary devices are based on different types of protection, the corresponding clauses of this standard shall be consulted before any repairs are undertaken.

5.2.8 Light-transmitting parts

No attempt shall be made to re-cement or repair light-transmitting parts, and only complete replacement assemblies, as specified by the manufacturer, shall be used. Light-transmitting or other parts made from plastics shall not be cleaned with solvents. Household detergents are recommended for this purpose.

5.2.9 Encapsulated parts

In general, encapsulated parts (e.g. switching devices) are not considered suitable for repair.

5.2.10 Batteries

Where batteries are used, the manufacturer's advice shall be followed.

5.2.11 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

NOTE The position of a reflector, if any, or the distance between the lamp and the window should be maintained.

5.2.12 Lampholders

Replacements listed by the manufacturer shall be used if obtainable. If these replacements are no longer obtainable, an equivalent verified by a person with competency in the compliance of equipment to type(s) of protection standards may be used.

5.2.13 Ballasts

Chokes, and capacitors, shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

5.2.14 Breathing devices

Breathing devices shall be serviced to maintain the explosion protection properties of the enclosure in accordance with documentation. If this documentation is not obtainable, breathing devices shall be replaced only by those parts listed in a certificate documentation. If breathing devices carry an Ex component certificate, only a suitably certified and dimensioned part can be used.

5.3 Reclamation

5.3.1 General

Reclamations using the techniques detailed in 4.4.2 may be used with type of protection "d" equipment subject to the following restrictions of this clause.

5.3.2 Enclosures

5.3.2.1 Components

Reclaimed component parts of flameproof enclosures shall be used only if they pass, when appropriate, the applicable over-pressure test. Metal stitching shall not be used.

Damage to components which are not an integral part of the flameproof enclosure, for example, fixing lugs, may be repaired by welding or metal stitching, but with care taken to

ensure that the integrity and stability of the equipment is not impaired. It is particularly important to check that any cracks being repaired do not extend to the flameproof enclosure.

The efficacy of reclaiming or repairing by the technique of welding may be further compounded by considerations of different base materials, for example, aluminium or steel. If uncertainty exists, the repairer shall seek advice, preferably from the manufacturer, before this technique is adopted. Welding of cast-iron flameproof enclosures is not permitted without the approval of a metallurgical expert.

Where a pyramid or button-headed bolt is used, the surface around the hole shall be spot machined to ensure that the axis of the bolt head is normal to the surface unless otherwise specified by the manufacturer.

5.3.2.2 Flameproof joints

Damaged or corroded flameproof joint faces shall be machined, after consultation with the manufacturer wherever possible, but only if the resultant joint gap and flange dimensions are not affected in such a way that they contravene the certificate documents. If the certificate documentation are not available, further guidance shall be taken from Annex C.

- a) Flanged joints: Welding, electroplating and re-machining flanged joint faces may be permissible, having due regard to the limitations of the technique (see Clause 4). The use of metal-spraying techniques is permissible provided the bond strength is greater than 40 MPa.
- b) Spigoted/cylindrical joints: Machining the male part will require addition of metal to it, and also machining of, the female part (or vice versa), thus ensuring that the flamepath dimensions comply with the equipment standard, and where appropriate the certificate documentation. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal may be by electroplating, sleeving or welding, but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa are not recommended.
- c) Threaded joints:
 - 1) Cable and conduit entries: It is not recommended that damaged male threaded parts be reclaimed; new components shall be used. Damaged female threads may be reclaimed using MMA, MIG and TIG welding techniques.
 - 2) Screwed covers: Reclamation of the threaded parts of screwed covers and of the associated housings may be possible utilizing MMA, MIG and TIG welding techniques.

5.3.2.3 Threaded holes for fasteners

Reclamation of damaged threaded holes shall be carried out using the techniques described in 4.4.2.2.11.

5.3.3 Sleeving

Care should be taken not to introduce an additional effective flamepath. The sleeve shall be securely retained.

5.3.4 Shafts and housings

Shafts and bearing housings, including flameproof joints, may be reclaimed by the use of electroplating, metal spraying, sleeving or welding (except MMA) techniques. Any subsequent machining shall be to the flamepath dimensions as specified in the equipment standard and/or certificate documents, as appropriate. If the certificate documents are not available, further guidance shall be taken from Annex C. Welding may be appropriate having due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.2.9).

5.3.5 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be reclaimed by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

5.3.6 Rotors and stators

If rotors and stators are to be skimmed to remove eccentricities and surface damage, the resulting increased air gap between rotor and stator may produce a change in pressure-piling characteristics or higher external surface temperatures that could then exceed the temperature class of the machine. If uncertainty exists with regard to possible adverse effects on the temperature class or pressure piling; the repairer shall seek guidance, preferably from the manufacturer, before this procedure is adopted.

Skimmed or damaged stator cores shall be submitted to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could adversely affect the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings. The "flux test" shall be conducted at 1,5 Tesla and the testing conditions and result recorded.

5.4 Alterations and modifications

5.4.1 Enclosures

No modification affecting the explosion protection shall be carried out on parts of a flameproof enclosure without reference to the certificate documentation and/or the manufacturer or, in exceptional circumstances, for example, the manufacturer discontinued trading, with the certifying authority.

5.4.2 Cable or conduit entries

Additional entries shall not be made without reference to the certificate documentation and/or the manufacturer or, in exceptional circumstances, for example, the manufacturer discontinued trading, with the certifying authority.

Indirect entry, where the external conductors are connected by means of a plug and socket or within a terminal box, shall not be changed to direct entry, i.e., where the external conductors and cables are connected within the main enclosure.

5.4.3 Terminations

Termination assemblies containing a flameproof joint shall not be modified, for example, terminals with bushings between indirect-entry terminal box and main enclosure. Termination assemblies not containing a flameproof joint may be replaced by alternatives of adequate design and construction in terms of numbers, current-carrying capacity, creepage and clearance distances, and quality.

5.4.4 Windings

If equipment is to be rewound for another voltage, reference shall be made to the manufacturer. In such cases it shall be ensured that, for example, the magnetic loading, current densities, losses are not increased, appropriate new creepage and clearance distances are observed and the new voltage is within the limits of the certificate documentation. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed shall not be carried out without reference to the manufacturer, since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits imposed by the assigned temperature class.

5.4.5 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and the procedure for the proposed addition.

6 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "i" (intrinsic safety)

6.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation, alteration and modification of equipment with type of protection "i". It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling an item of Ex "i" equipment are those to which the equipment was originally manufactured.

NOTE 1 Intrinsically safe equipment may have one of three levels of protection, Ex ia, Ex ib and Ex ic. However, the requirements for repair and overhaul apply to all levels of protection regardless of the hazardous area (i.e. zone 0, zone 1 or zone 2), in which the equipment is installed. Furthermore, the safety of intrinsically safe systems depends upon all pieces of equipment of which they are formed, and upon the interconnecting wiring. The same consideration should be given to those parts of the system which are installed in the non-hazardous area and in the hazardous area.

NOTE 2 Due to the critical nature of circuit design and component specific requirements associated with type of protection 'i' repair without certificate documentation may be inappropriate (refer Clause 4.1). Where the safety components are not clearly defined in the certificate documentation, electrical repairs could affect intrinsic safety.

NOTE 3 Additional conformal coatings may be required as corrosion and lack of cleanliness can invalidate intrinsic safety.

6.2 Repair and overhaul

6.2.1 Enclosures

Where enclosures of intrinsically safe equipment and associated apparatus are required because intrinsic safety is dependent upon them, repair and overhaul activities shall not reduce the ingress (IP) protection offered by the enclosure.

6.2.2 Cable glands

Cable glands are used to maintain the degree of ingress protection of the enclosure. Any repairs shall not result in reduction in the degree of ingress protection.

6.2.3 Terminations

When refurbishing terminal compartments, any terminals replaced shall normally be of the same type that they replace. Where the same type is not available, any alternative type used shall satisfy the creepage (according to CTI) and clearance requirements specified in the standard for the maximum voltage of the equipment and the separation required by the standard to avoid inadvertent cross-connection.

Primary and redundant earth connections / earth bonds, internal and external to the intrinsically safe equipment shall be fully restored, where relevant, at the conclusion of repairs.

NOTE Earthing is a very important consideration for intrinsic safety, and a duplicated or triplicated earth connection may be a requirement of the intrinsic safety equipment certificate documentation.

6.2.4 Soldered connections

When it is necessary to carry out repairs which require soldering techniques to be used, care shall be taken to ensure that the basis of certification is not invalidated; e.g.,

Where it is considered possible to undertake repairs, matters that shall be considered include:

- Compatibility of soldering method with documentation;
- Compatibility of soldering materials with documentation;
- Maintenance and verification of creepage and clearance;
- Soldering processes;
- Clean-up and restoration of coatings to original thermal and other properties.

At the conclusion of solder work, flux residues and any solder splatter shall be removed.

NOTE 1 Additional conformal coatings may be required as corrosion and lack of cleanliness can invalidate intrinsic safety.

Any conformal coating damaged during this work shall be repaired with an original coating or with the coating of the same thermal properties as the original, providing it does not react with other materials on the board.

NOTE 2 Basic requirements and required means of application for coatings are found in IEC 60079-11.

6.2.5 Fuses

Fuse replacement within intrinsically safe equipment shall have identical characteristics or other option identified in certificate documentation. Replacement of fuses shall only be done where the fuse is readily accessible.

In the supply-side of associated apparatus if replacement with an identical fuse is not possible, fuses may be replaced with an alternative which shall have:

- the same rating;
- the same or higher breaking capacity;
- the same time/current characteristic;
- the same type of construction;
- the same physical size.

Where this is not possible, an evaluation of the effects of the chosen fuse on intrinsic safety shall be carried out by the responsible person. See 4.4.1.5.3.

NOTE Fuse replacement in encapsulated barriers or in encapsulated battery packs (or similar) is inappropriate.

6.2.6 Relays

If a relay is replaced, it shall be by one which has identical characteristics as the original or as identified in certificate documentation.

6.2.7 Shunt diode safety barriers and galvanic isolators

No repair shall be attempted to these devices. Where these devices are replaced, the replacement shall always have the same safety description and the value chosen for U_m shall be equal to, or greater than, the U_m value of the original device. All other entity parameters shall be verified as suitable. Care shall also be taken that differing physical construction does not destroy the 50 mm separation required between the intrinsically safe circuits and non-intrinsically safe circuits.

NOTE In intrinsically safe systems, replacing shunt diode safety barriers or galvanic isolators with an alternate type to that shown in the IS system documentation may affect the safety of the system. Reference should be made to a competent person responsible for the safety of the IS system.

6.2.8 Printed circuit boards

These parts of the equipment often have critical distances between conducting tracks (creepage distances) which shall not be reduced. Therefore, when components are replaced, care shall be taken in positioning them on the board. Where coating is damaged during repair, coating of the type prescribed by the manufacturer shall be applied in the approved manner, for example, one coat if using dipping, two coats using other methods.

NOTE 1 Coating may be an insulation coating or a conformal coating for environmental protection

NOTE 2 Creepage and clearance between individual components can also be critical. In modern surface-mounted boards, the components are positioned to fractions of a millimetre, and this can be an essential feature of the certified segregation between different parts of the overall circuit. This makes it very difficult to attempt board-level repair to the 'as supplied state' on modern, compact, surface mounted designs. In such cases, exchange of entire printed circuit assemblies is the recommended repair.

6.2.9 Optocouplers and piezoelectric components

Only components of the same type as listed in the certificate documentation shall be used as replacements.

NOTE Components having different part numbers can dramatically alter the segregation, performance under impact and other essential IS properties.

6.2.10 Electrical components

When replacing components such as resistors, transistors, zener diodes, etc., these may normally be replaced with items purchased from any source, but if components are not procured from the manufacturer or certificate holder, replacement components shall be verified by a person with competency in the compliance of equipment to type(s) of protection standards.

In exceptional circumstances, however, some manufacturers use a "select on test" procedure for some components. Where this is done, the documentation supplied with the equipment shall indicate that either replacements be obtained from the equipment manufacturer or selected by the method they recommend.

In intrinsically safe systems, replacing components with alternate types not listed in the system certificate documentation is a modification and shall not occur without additional certification.

6.2.11 Batteries

Only those battery types specified in the equipment manufacturer's instructions or certificate documentation shall be used as replacements. The use of different cell types (such as "equivalent" generic types from the same or other manufacturers) will invalidate intrinsic safety.

NOTE Certificates for modern intrinsically safe designs will usually specify the manufacturer and type number of replaceable cells that have been tested and are acceptable. Different cells of the same generic type and even different types from the same manufacturer may have different short circuit currents, and under short circuit conditions may be prone to electrolyte leakage or bursting, or produce excessive temperatures.

Where rechargeable batteries are encapsulated, the whole assembly shall be replaced.

The use of alternative encapsulated battery packs to those supplied by the manufacturer or certificate holder is a modification and shall not occur without additional certification.

6.2.12 Internal wiring

Certain distances between conductors and their segregation are critical. Therefore, if disturbed, internal wiring shall be re-located in its original position. If insulation, screens,

outer sheaths, and/or double insulation of wiring or the method of fixing are damaged, they shall be replaced by equivalent material and/or re-fixed in the same configuration.

Where equipment is subject to an overall certification, any change to wiring is a modification and shall not occur without additional certification.

6.2.13 Transformers

If a transformer is replaced, it shall be by one which has identical characteristics as the original or as identified in certificate documentation. No attempt shall be made to repair or replace any embedded (encapsulated) thermal trip device.

6.2.14 Encapsulated components

Encapsulated components, for example, batteries with internal current-limiting resistors or fuse-zener diode assemblies, are non-repairable and shall be replaced only with assemblies of the original design from the equipment manufacturer.

6.2.15 Non-electrical parts

Where the equipment has non-electrical parts, for example, fittings or window, that do not affect the electrical circuit or creepage and clearance distances and hence the intrinsic safety, these parts may be replaced by new parts of equivalent type.

Certain parts may have antistatic, impact, thermal and flammability requirements which affect the intrinsic safety. Where replacement of such parts is required they shall be replaced by materials as specified in the certificate documentation.

6.2.16 Testing

After completion of the repair or overhaul the dielectric strength of the insulation between the intrinsically safe circuit and the metallic enclosure shall be checked by applying a 500 V a.c. (50 Hz or 60 Hz) voltage between the terminals and the enclosure for 1 min. This test can be omitted if the enclosure is of insulating material or if one side of the circuit is galvanically connected to the enclosure for safety reasons or if the enclosure has not been returned for repair.

Testing of galvanic isolating components upon replacement of transformers and opto-couplers shall be in accordance with the relevant equipment standard.

6.3 Reclamation

No attempt shall be made to reclaim components on which intrinsic safety depends.

6.4 Modifications

Any change to the equipment, in intrinsically safe systems, is considered as a modification to the system from that shown in the IS system documentation which may affect the safety of the system. Reference should be made to a competent person responsible for the safety of the IS system, which may then require additional certification. It is recommended that this assessment be carried out by a person other than the one who carried out the modification.

7 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "p" (pressurized)

7.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection "p". It shall be read in conjunction with

Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling an Ex "p" equipment are those to which the equipment was originally manufactured (see IEC 60079-2).

7.2 Repair and overhaul

7.2.1 Enclosures

While it is preferable to obtain new parts from the manufacturer, in principle a damaged part may be repaired or replaced with another given that, when compared with the original, it

- is of at least equivalent strength;
- does not result in a greater leakage rate of protective gas;
- does not restrict the flow of protective gas into or through the enclosure;
- is not shaped or fitted so as to permit the explosive atmosphere to enter the enclosure;
- is not of a construction which would result in stagnant volumes of atmosphere inside the enclosure;
- does not reduce the rate of heat dissipation from the enclosure or its content, so that it no longer complies with its temperature class.

Gaskets or other sealing devices shall be replaced with others of the same material. However, a different gasket material may be used provided that it is suitable for its purpose and is compatible with the environment.

NOTE The "pressurisation" sealing requires verification either at the repair facility (if possible) or on site.

7.2.2 Cable and conduit entries

Entries shall preserve the degree of ingress protection originally provided and shall not allow increased leakage of pressurizing gas.

7.2.3 Terminations

The preservation of creepage and clearance distances as originally provided shall be ensured.

7.2.4 Insulation

Any replacement insulation used in the course of repair or overhaul shall be at least of the quality and class of that originally employed (see IEC 60085).

7.2.5 Internal connections

Internal connections shall not be electrically, thermally or mechanically inferior to those originally fitted and shall be of a standard at least equivalent to that of the original design.

7.2.6 Windings

7.2.6.1 General

The original winding data shall preferably be obtained from the manufacturer. If this is not possible, then use may be made of copy winding techniques, which includes determination of winding connections, conductor size, turns, coil pitch, winding projection, and may include a determination of the original coil resistance. The materials used in rewinding shall comprise an appropriate insulation system. If superior insulation is proposed compared to that of the original, the rating of the winding shall not be increased without reference to the manufacturer, as the temperature classification of the equipment could then be adversely affected.

7.2.6.2 Repair of rotating machine rotors

A faulty bar-wound rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer or repaired using materials of identical specification. Particular care is necessary to ensure that, when replacing bars in a cage rotor, such bars are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer should be adopted.

A faulty die-cast cage rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer.

If the original manufacturer is no longer able to supply a replacement, it is possible to produce a new rotor winding with identical characteristics to the original.

NOTE Identical characteristics includes materials and dimensional characteristics of shorting ring and ventilation aides.

Damage to the external surface of the shorting ring of a die cast rotor including ventilation aides can be repaired.

7.2.6.3 Testing after repair of windings

7.2.6.3.1 General

Windings, after complete or partial repair, shall be subjected, with the equipment assembled, to the following tests, as far as reasonably practicable.

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. Replacement winding resistance should not differ from the original winding resistance by more than 5 %. In the case of polyphase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced. Unbalance (i.e. the difference between the highest and the lowest values) shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 If the winding resistance (either obtained from the original manufacturer's data, measurement from an undamaged winding, or derived by calculation from the damaged winding) of the repaired winding differs from that of the original winding by more than 5 %, additional thermal tests may be required to confirm continued conformity to the stated insulation class and temperature class.

NOTE 2 In the event that the winding resistance is unbalanced, it should be verified by a competent person that the specific motor is suitable for the intended application.

- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. A minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended. Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature, type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE 3 The insulation resistance should not be less than 20 MΩ at 20 °C on a completely rewound equipment intended for use up to 690 V.

- c) A high-voltage test, in accordance with a relevant equipment standard, shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value shall be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in polyphase systems shall be balanced in all phases, as far as is reasonable.
- e) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE 4 Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

7.2.6.3.2 Rotating machines

Rotating machines, in addition to the above tests, shall be subjected to the following tests, as far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at rated speed and rated voltage, to check bearing temperature, noise or vibration and no load current values. The cause of any untoward increase in bearing temperature, noise and/or vibration shall be investigated and corrected. Unbalance in no load current shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 When the rated speed is a range of values the test should be run at the highest practicable speed within that range.

- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load current and to ensure balance on all phases. (The test, which in some respects is an alternative to a full-load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its connections and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance of less than 5 % of the middle value is acceptable.

NOTE 2 Where this test is not reasonably practical other means of verification should be used.

- c) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE 3 Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

7.2.6.4 Temperature sensors

7.2.6.4.1 Repaired windings

If embedded temperature sensors were included to monitor winding temperatures, it is recommended that replacements have the same characteristics as the original sensors and they are embedded in the same location in the repaired winding before varnishing and curing.

7.2.6.4.2 Overhaul

It is recommended that temperature sensors be checked and if defective replaced as part of any overhaul. If replacement is required, temperature sensors shall be as specified in the documentation prepared in accordance with IEC 60079-0, and shall be installed as specified in that documentation. Replacement of defective embedded temperature sensors during an overhaul, which are required as part of the certificate documentation, will necessitate a stator rewind.

NOTE If the documentation is not available, or the identical temperature sensors are not available, the acceptability of the replacement should be assessed and documented by the responsible person.

7.2.7 Auxiliary devices

Where auxiliary devices are based on different types of protection, the corresponding clauses of this standard shall be consulted before any repairs are undertaken.

7.2.8 Light-transmitting parts

Light-transmitting parts made from plastics shall not be cleaned with solvent. Household detergents are recommended for this purpose.

7.2.9 Encapsulated parts

In general, encapsulated parts (for example, switching devices in luminaires) are not considered suitable for repair.

7.2.10 Batteries

Where batteries are used, the manufacturer's advice shall be followed.

7.2.11 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

7.2.12 Lampholders

Replacements listed by the manufacturer shall be used if obtainable. If these replacements are no longer obtainable, an equivalent verified by a person with competency in the compliance of equipment to type(s) of protection standards may be used.

7.2.13 Ballasts

Chokes or capacitors, shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

7.3 Reclamation

7.3.1 General

Reclamation using the techniques detailed in Clause 4 may be used with type of protection "p" equipment subject to the following restrictions of this clause.

7.3.2 Enclosures

7.3.2.1 General

If damage to enclosures, terminal boxes and covers is to be repaired by welding or metal stitching, care shall be taken to ensure that the integrity of the equipment is not significantly impaired so as to degrade the type of protection, in particular, that it remains capable of withstanding the impact test and the appropriate level of overpressure.

7.3.2.2 Joints

If damaged or corroded joint faces are to be machined, the mechanical strength and operation of the component shall not be impaired nor the degree of ingress protection affected.

Spigoted joints are normally provided to achieve close tolerance location. Thus, machining the male part will require addition of metal to, and the machining of, the female part (or vice versa) to retain the location properties of the joint. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal shall be by electroplating, sleeving or welding but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa are not recommended.

7.3.3 Shafts and housings

If shafts and bearing housings are to be reclaimed, this shall be carried out by the use of metal spraying or sleeving techniques. Welding may be appropriate with due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.2.9).

7.3.4 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be reclaimed by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

7.3.5 Rotors and stators

If rotors and stators are to be skimmed to remove eccentricities and surface damage, the resulting increased air gap between rotor and stator may produce a change in surface temperatures that could then exceed the temperature class of the machine. If uncertainty exists with regard to possible adverse effects on the temperature class; the repairer shall seek guidance, preferably from the manufacturer, before this procedure is adopted.

Skimmed or damaged stator cores shall be submitted to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could adversely affect the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings. The "flux test" shall be conducted at 1,5 Tesla and the testing conditions and result recorded.

7.4 Alterations and modifications

7.4.1 Enclosures

Enclosures not containing a source of release of flammable gas may be modified. Any modified part shall meet the conditions given in 7.2.

Enclosures with an internal source of release of flammable gas such as analysers, chromatographs, etc. shall not be modified in any way whatsoever without reference to the manufacturer.

The point(s) at which the level of overpressure and the rate of flow or purging gas is (are) monitored shall not be altered nor should the setting of any timer or other monitoring devices be changed.

7.4.2 Cable and conduit entries

Special care shall be taken to ensure that if alteration is made to entries, the specified type of protection and degree of ingress protection are maintained.

7.4.3 Terminations

Modification of terminations shall be made using good engineering practices.

7.4.4 Windings

Rewinding of the equipment for another voltage shall be carried out only after reference to the manufacturer provided that, for example, the magnetic loading, current densities and losses are not increased, appropriate new creepage and clearance distances are observed and the new voltage is within the limits of the certificate documents. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed shall not be carried out without reference to the manufacturer, since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits imposed by the assigned temperature class if appropriate, and the efficacy of the pressurizing system could be jeopardized.

7.4.5 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and the procedure for the proposed addition.

8 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "e" (increased safety)

8.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection "e". It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling Ex "e" equipment are those to which the equipment was originally manufactured (see IEC 60079-7).

8.2 Repair and overhaul

8.2.1 Enclosures

While it is preferable to obtain new parts from the manufacturer, in principle, damaged parts may be repaired or replaced with others, given that the degree of ingress protection and temperature classification as stipulated on the certification label are preserved.

NOTE The specific IP rating is integral to type of protection "e". The performance of gaskets and seals is critical to maintaining that IP rating and has been subjected to special conditioning and testing and should only be replaced with gaskets and seals of identical materials and identical construction.

A more stringent degree of ingress protection than that specified in the equipment standard may have been provided to cater for environmental conditions in which case any repair shall not jeopardize such higher degree of ingress protection.

Particular attention is drawn to impact test requirements of all parts of the enclosure and also the degree of ingress protection to be provided for air inlet and outlet openings, as given in the equipment standard.

Adequate clearance shall be maintained between stationary and rotating parts in accordance with the equipment standard. Adequate clearance shall mean the clearance required by the manufacturer's certified drawings or in the absence of drawings, minimum clearance as specified in IEC 60079-7.

Attention is drawn to the effects of surface finishes, paint, etc. on the temperature classification of enclosures. Only finishes specified by the manufacturer or equivalent shall be applied.

8.2.2 Cable or conduit entries

Entries shall preserve a minimum IP54 degree of ingress protection, in accordance with the requirements of IEC 60529, and at least the same IP rating as the equipment was originally designed for.

8.2.3 Terminations

The design of terminations in terms of the materials and construction used, the creepage and clearance distances and the comparative tracking indices of termination insulation will normally be fully specified in the certificate documents. Replacement parts shall be obtained from the manufacturer or his advice sought regarding acceptable alternatives.

Where terminations are loose leads, the methods of termination including insulation shall be in accordance with the certificate documentation.

8.2.4 Insulation

Comprehensive details of the insulation system of windings, including the type of impregnation varnish, are normally included in the certificate documentation. Where this does not apply, full information shall be sought from the manufacturer **or determined by detailed inspection of the original winding.**

8.2.5 Internal connections

If internal connections are to be renewed, the insulation on such connections shall not be electrically, thermally or mechanically inferior to that originally supplied.

The cross-sectional area of any replacement connection shall not be less than that originally fitted. The permitted methods of connecting conductors are given in the relevant standards.

8.2.6 Windings

8.2.6.1 General

The electrical construction of Type of Protection "e" equipment decisively influences the explosion safety and the repairer shall be in full possession of the necessary information and equipment. The whole of the winding shall be restored to the original condition **except that a partial winding replacement may be possible on larger equipment where this may be practicable.**

8.2.6.1.1 For machines with a rated voltage of 1 000 V or less; **machines evaluated to IEC 60079-7:1969, 1990 or 2001:**

The following repair techniques are acceptable:

- stator windings replaced with those provided by the manufacturer;
- stator windings replaced based on manufacturer's winding data;
- copy winding techniques ~~are permissible for machines with time $t_E \geq 7$ s, but the marked t_E time shall be reduced to 75 % of the original value and the equipment suitably marked, unless it is re-confirmed in accordance with IEC 60079-7.~~

~~NOTE 1 The user of the motor should be advised that the t_E of the machine has been reduced so that he can confirm that the machine continues to be suitable for the intended application.~~

- ~~Rewinding with manufacturer's data is permissible without need to reduce the t_E time.~~
- ~~Where the complete winding data is not available and a reduced t_E is not acceptable and where reconfirmation is not practical, the stator windings shall only be replaced with those provided by the manufacturer.~~

The following winding data are required to be able to repair the stator winding and maintain the original t_E :

- a) type of winding – for example, single-layer, double-layer, etc.;
- b) winding diagram;
- c) number of **turns**/conductors/slot, parallel paths per phase;
- d) interphase connections;
- e) conductor size;
- f) insulation system, including **slot insulation and the generic varnish—specification—and method of application** system or process such as VPI or trickle;
- g) **measurement or calculation of resistance/phase or between terminals;**
- h) coil pitch;
- i) **winding projection, including clearance between coils and enclosure.**

NOTE 2 1 Converter-fed motors are not protected using the concept of t_E , but are protected either with embedded temperature sensors or by the inherent design of the converter.

Where copy rewind techniques are being used, all of the following are required:

- a) Where there is a risk of damaging the core when stripping out the old winding, a core flux test shall be conducted, at an appropriate value, such as 1,5 T (50 Hz) or 1,32 T (60 Hz), before and after stripping winding to verify condition of core. The core losses after stripping shall be no greater than 110 % of the core losses before stripping.
- b) Removal of stator winding shall be by use of chemical stripping, controlled pyrolysis (temperature controlled burn out) where the stator temperature does not exceed 370 °C or cold stripping process.
- c) The cross section area of the conductor shall be no less than the cross section area of the original winding and not greater than 103 % of the cross section area of the original winding.
- d) The type of winding used on the original winding shall be used for the rewind – for example, single-layer, double-layer, lap, concentric, etc.
- e) The number of conductors/slot, and parallel paths per phase shall be as in the original winding.
- f) The mean length turn of the coil shall be no greater than the original winding coil or preferably reduced.
- g) The stator winding projection shall be the same as the original winding.
- h) Embedded temperature sensors shall be fitted in the same location as the temperature sensors in the original winding.
- i) The generic varnish system process shall be the same as used in the original winding, such as trickle epoxy resin, solvent free resin using VPI, or triple dip with pre-heating and cure in resin with solvent
- j) After impregnation but before curing, the stator bore shall be cleaned. This is in order to minimise the need for stator bore cleaning after the stator winding is cured, which can increase stray losses.
- k) The resistance/phase or between terminals shall be within ± 5 % of the original winding.

NOTE 2 The EASA/AEMT Rewind Study titled *The Effects of Repair/Rewinding on Motor Efficiency* published by EASA & AEMT provides additional information on Best Practice during rewinding & repair. This document is available as a free download from www.easa.com or www.iecex.com.

8.2.6.1.2 For machines with a rated voltage of greater than 1 000 V; machines evaluated to IEC 60079-7:1990 or 2001:

In addition to the revised requirements of 8.2.6.1.1:

Unless the insulation system has been previously subjected to the stator ~~winding~~ incendivity tests of IEC 60079-7:1990 or 2001, the ~~complete~~ motor windings shall be subjected to the stator ~~winding~~ incendivity tests of IEC 60079-7:1990 or 2001 as applicable. ~~The following winding data are required to be able to repair the stator winding and maintain the original t_E :~~

- ~~a) type of winding – for example, single-layer, double-layer, etc.;~~
- ~~b) winding diagram;~~
- ~~c) number of conductors/slot, parallel paths per phase;~~
- ~~d) interphase connections;~~
- ~~e) conductor size;~~
- ~~f) insulation system, including varnish specification;~~
- ~~g) resistance/phase or between terminals.~~

NOTE 3 1 Equipment evaluated against the requirements of IEC 60079-7:1969 or 1990 ~~or earlier~~, was not subjected to additional requirements for high-voltage machines. These machines, if returned to original condition, will likely only comply with the requirements of the standard to which they were originally evaluated.

~~Where the complete winding data is not available, the stator windings shall only be replaced by those provided by the manufacturer. The motor would maintain the original t_{E-}~~

~~NOTE 4 Converter fed motors are not protected using the concept of t_{E-} but are protected either with embedded temperature sensors or by the inherent design of the converter.~~

NOTE 2 Additional information on the evaluation of stator windings and insulation systems based on the IECEx Decision Sheet DS2013/006 (available from www.iecex.com) can be found in Annex D.

8.2.6.2 Repair of rotating machine rotors

A faulty bar-wound rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer or repaired using materials of identical specification. Particular care is necessary to ensure that, when replacing bars in a cage rotor, such bars are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer should be adopted.

A faulty die-cast cage rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer.

If the original manufacturer is no longer able to supply a replacement it is possible to produce a new rotor winding with identical characteristics to the original.

NOTE Identical characteristics includes materials and dimensional characteristics of shorting ring and ventilation aides.

Damage to the external surface of the shorting ring of a die cast rotor including ventilation stirres can be repaired

8.2.6.3 Testing after repair of windings

8.2.6.3.1 General

After complete or partial repair, windings shall be subjected, with the equipment assembled, to the following tests so far as is reasonably practicable.

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. Replacement winding resistance should not differ from the original winding resistance by more than 5 %. In the case of polyphase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced. Unbalance (i.e. the difference between the highest and the lowest values) shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 If the winding resistance of the repaired winding differs from that of the original winding (either obtained from the original manufacturer's data, measurement from an undamaged winding, or derived by calculation from the damaged winding) by more than 5 %, additional thermal tests may be required to confirm continued conformity to the stated insulation class and temperature class.

NOTE 2 In the event that the winding resistance is unbalanced, it should be verified by a competent person that the specific motor is suitable for the intended application.

- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. The minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended. Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature and type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE 3 The insulation resistance should not be less than 20 M Ω at 20 °C on a completely rewound equipment intended for use up to 690 V.

- c) A high-voltage test, in accordance with a relevant equipment standard, shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value shall be compared with that derived from the manufacturer's data, where

available, and in polyphase systems should be balanced in all phases, as far as is reasonable.

- e) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

8.2.6.3.2 Rotating machines

In addition to the above tests, rotating machines shall be subjected to the following tests so far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at rated speed and rated voltage, to check bearing temperature, noise or vibration and no load current values. The cause of any untoward increase in bearing temperature, noise and/or vibration shall be investigated and corrected. Unbalance in no load current shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 When the rated speed is a range of values, the test should be run at the highest practicable speed within that range.

- b) The stator windings of cage machines shall be energized at nominal voltage, with the rotor locked to verify the current I_A and the resulting ratio I_A/I_N within the tolerances of ± 10 %. If the voltage needs to be reduced due to the test equipment the current and current ratio shall be calculated in accordance with common engineering rules. Current unbalance of less than 5 % of the middle value is acceptable. (The test is used to confirm the integrity of the stator winding and its connections and to indicate the presence of rotor defects.)

The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load current and to ensure balance on all phases. (The test, which in some respects is an alternative to a full-load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its connections and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance of less than 5 % of the middle value is acceptable.

NOTE 2 Where this test is not reasonably practical other means of verification should be used.

- c) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE 3 Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

8.2.6.4 Temperature sensors

8.2.6.4.1 Repaired windings

If embedded temperature sensors were included to monitor winding temperatures, it is recommended that an identical replacement be embedded in the same location in the repaired winding before varnishing and curing.

8.2.6.4.2 Overhaul

It is recommended that temperature sensors be checked and if defective replaced as part of any overhaul. If replacement is required, temperature sensors shall be as specified in the documentation prepared in accordance with IEC 60079-0, and shall be installed as specified in that documentation. Replacement of defective embedded temperature sensors during an overhaul, which are required as part of the certificate documentation, will necessitate a stator rewind.

NOTE If the documentation is not available, or the identical temperature sensors are not available, the acceptability of the replacement should be assessed and documented by the responsible person.

8.2.7 Light-transmitting parts

No attempt shall be made to repair light-transmitting parts and only replacement components provided by the manufacturer shall be used. Light-transmitting parts or other parts made of plastic shall not be cleaned with solvents. Household detergents may be used.

8.2.8 Encapsulated parts

In general, encapsulated parts (for example, switching devices in luminaires) are not considered suitable for repair or reclamation.

8.2.9 Batteries

Where batteries are used, reference shall be made to the manufacturer's instructions before carrying out any repair or replacement.

8.2.10 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

Special care shall be taken with single-pin tubular fluorescent tubes. The single pin, when inserted in the lampholder, forms a flameproof enclosure and distortion or misalignment may affect the designed explosion protection.

8.2.11 Lampholders

Only replacements specified by the manufacturer shall be used. In those cases where the wiring to the lampholder is factory-made (crimps, etc.), rewiring shall not be undertaken unless the repairer has the equipment to make up the wiring to the same standard.

NOTE Lampholders for type of protection "e" luminaires are invariably of specific types, either single-pin for tubular fluorescent lamps or screw for other types.

8.2.12 Ballasts

Chokes, and capacitors, shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

8.2.13 Breathing devices

Breathing devices shall be serviced to maintain the explosion protection properties of the enclosure in accordance with documentation. If this documentation is not obtainable, breathing devices shall be replaced only by those parts listed in a certificate documentation. If breathing devices carry an Ex component certificate, only a suitably certified and dimensioned part can be used.

8.3 Reclamation

Reclamation using the techniques detailed in Clause 4 may be used with the type of protection "e" equipment subject to the following restrictions of this clause.

8.3.1 Enclosures

8.3.1.1 General

If minor damage to enclosures, terminal boxes and covers is to be repaired by welding or metal stitching, care shall be taken to ensure that the integrity of the equipment is not

significantly impaired as to degrade the type of protection, in particular, that it remains capable of withstanding the impact test and maintains the degree of ingress protection.

8.3.1.2 Joints

If damaged or corroded joint faces are to be machined, the mechanical strength and operation of the component shall not be impaired nor the degree of ingress protection affected.

Where joints are provided to achieve close tolerance location, machining the male part may require addition of metal to it and also machining of the female part (or vice versa) to retain the location properties of the joint. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal shall be by electroplating, sleeving or welding, but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa is not recommended.

8.3.1.3 Shafts and housings

If shafts and bearing housings are to be reclaimed, this may be carried out by use of metal spraying or sleeving techniques. Welding may be appropriate with due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.2.9).

8.3.2 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be reclaimed by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

8.3.3 Rotors and stators

If rotors and stators are to be skimmed to remove eccentricities and surface damage, the resulting increased air gap between rotor and stator may produce a change in surface temperatures that could then exceed the temperature class of the machine. If uncertainty exists with regard to possible adverse effects on the temperature class; the repairer shall seek guidance, preferably from the manufacturer, before this procedure is adopted.

Skimmed or damaged stator cores shall be submitted to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which adversely affect the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings.

The repairer shall seek and follow advice from the manufacturer before this procedure is adopted or the equipment is re-tested in accordance with the type of protection standard.

8.4 Modifications

8.4.1 Enclosures

Enclosures may be modified provided that the specified temperature classification, degree of ingress protection and impact test requirements of the appropriate standards are met.

8.4.2 Cable and conduit entries

Special care shall be taken to ensure that if alteration is made to entries, the specified type of protection and degree of ingress protection are maintained.

8.4.3 Terminations

No modification of terminations shall be made without reference to the manufacturer.

8.4.4 Windings

Rewinding of the equipment for another voltage or connection shall not be carried out without guidance from the manufacturer and provided that, for example, the magnetic loading, current densities and losses are not increased, new appropriate creepage and clearance distances are observed, and the new voltage, t_E time and I_A/I_N ratio are within the limits of the certificate documentation. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed shall not be carried out without guidance from the manufacturer, since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits of the certificate documentation. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

8.4.5 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and the procedure for the proposed modification.

9 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "n"

9.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection "n". It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling an Ex "n" equipment are those to which the equipment was originally manufactured (see IEC 60079-15).

9.2 Repair and overhaul

9.2.1 Enclosures

Whilst it is preferable to obtain new parts from the manufacturer, in principle, damaged parts may be repaired or replaced with others, given that the degree of ingress protection and temperature classification as stipulated on the label is preserved.

NOTE The specific IP rating is integral to type of protection "n". The performance of gaskets and seals is critical to maintaining that IP rating and has been subjected to special conditioning and testing and should only be replaced with gaskets and seals of identical materials and identical construction.

A more stringent degree of ingress protection than that specified in the equipment standard may have been provided to cater for environmental conditions, in which case any repair shall not jeopardize such higher degree of ingress protection.

Particular attention is drawn to the impact test requirements of all parts of the enclosure as given in the equipment standard.

Adequate clearance shall be maintained between stationary and rotating parts in accordance with the equipment standard.

Restricted breathing enclosures depend for their explosion protection on gaskets and other means of sealing. The condition of the sealing arrangements may adversely affect the type of protection.

Attention is drawn to the effect of surface finish, paint, etc. on the temperature classification of enclosures.

9.2.2 Cable and conduit entries

Entries shall preserve a minimum IP54 degree of protection in accordance with the requirements of IEC 60529.

9.2.3 Terminations

Care shall be taken when refurbishing terminal compartments to maintain clearances and creepages in accordance with the equipment standard. Where non-metallic screws are used for fixing, only replacement screws of similar materials shall be used.

Where terminations are loose leads, the method of termination including insulation shall be in accordance with the certificate documentation.

9.2.4 Insulation

A class of insulation the same as or superior to that originally provided shall be employed, for example, a winding insulated with class E material may be repaired using class F material (see IEC 60085).

9.2.5 Internal connections

If internal connections are to be renewed, the insulation on such connections shall not be electrically, thermally or mechanically inferior to that originally supplied.

The cross-sectional area of any replacement connection shall not be less than that originally fitted.

9.2.6 Windings

9.2.6.1 General

The electrical construction of type of protection "n" equipment decisively influences the explosion safety and the repairer shall be in full possession of the necessary information and equipment. The whole of the winding shall be restored to the original condition except that a partial winding replacement may be possible on larger equipment where this may be practicable.

For machines evaluated to IEC 60079-15:1987 or 2001, one of the following repair options shall be employed:

- stator windings replaced with those provided by the manufacturer;
- repair based on manufacturer's winding data;
- copy winding technique, which includes determination of winding connections, conductor size, turns, coil pitch, winding projection, and may include a determination of the original coil resistance.

For machines with a rated voltage of 1 000 V or less, evaluated to IEC 60079-15:2005 or 2010, one of the following repair options shall be employed:

- stator windings replaced with those provided by the manufacturer.
- repair based on manufacturer's winding data;
- copy winding technique, which includes determination of winding connections, conductor size, turns, coil pitch, winding projection, and may include a determination of the original coil resistance.

For machines with a rated voltage of greater than 1 000 V, one of the following repair options shall be employed, ensuring that, unless the insulation system has been previously subjected to the stator-winding incendivity tests of IEC 60079-15:2005 or 2010, the motor windings shall

be subjected to the stator ~~winding~~ incendivity tests of IEC 60079-15:2005 or 2010. For IEC 60079-15:2005, the end user has the option of advising that the risk factors used for the original assessment against IEC 60079-15:2005 indicated a low potential for stator winding discharge, and therefore the stator incendivity tests were not performed:

- stator windings replaced with those provided by the manufacturer;
- stator windings replaced based on manufacturer's winding data;
- ~~copy winding technique for machines with duty type of S1 or S2 which are intended to run continuously with an average starting frequency in normal operations not exceeding one start per week;~~
- ~~repair based on the following winding data:~~

The following winding data are required to be able to repair the stator winding and maintain the original t_E :

- a) type of winding – for example, single-layer, double-layer, etc.;
- b) winding diagram;
- c) number of turns/conductors/slot, parallel paths per phase;
- d) interphase connections;
- e) conductor size;
- f) insulation system, including slot insulation and the generic varnish ~~specification~~ system or process such as VPI or trickle;
- g) measurement or calculation of resistance/phase or between terminals;
- h) coil pitch;
- i) winding projection, including clearance between coils and enclosure.

~~NOTE Equipment evaluated against the requirements of IEC 60079-15, was not subjected to additional requirements for high voltage machines. These machines, if returned to original condition, will likely only comply with the requirements of the standard to which they were originally evaluated.~~

- ~~stator windings provided by the manufacturer.~~

NOTE 1 Converter-fed motors are not protected using the concept of t_E , but are protected either with embedded temperature sensors or by the inherent design of the converter.

Where copy rewind techniques are being used, all of the following are required:

- a) A core flux test shall be conducted at an appropriate value, such as 1,5 T (50 Hz) or 1,32 T (60 Hz), before and after stripping winding to verify condition of core. The core losses after stripping shall be no greater than 110 % of the core losses before stripping.
- b) Removal of stator winding shall be by use of chemical stripping, controlled pyrolysis (temperature controlled burn out) where the stator temperature does not exceed 370 °C or cold stripping process.
- c) The cross section area of the conductor shall be no less than the cross section area of the original winding and not greater than 103 % of the cross section area of the original winding.
- d) The type of winding used on the original winding shall be used for the rewind – for example, single-layer, double-layer, lap, concentric, etc.
- e) The number of conductors/slot, and parallel paths per phase shall be as in the original winding.
- f) The mean length turn of the coil shall be no greater than the original winding coil or preferably reduced.
- g) The stator winding projection shall be the same as the original winding.
- h) Embedded temperature sensors shall be fitted in the same location as the temperature sensors in the original winding.

- i) The generic varnish system process shall be the same as used in the original winding, such as trickle epoxy resin, solvent free resin using VPI, or triple dip with pre-heating and cure in resin with solvent
- j) After impregnation but before curing, the stator bore shall be cleaned. This is in order to minimise the need for stator bore cleaning after the stator winding is cured, which can increase stray losses.
- k) The resistance/phase or between terminals shall be within $\pm 5\%$ of the original winding.

NOTE 2 Additional information on the 'Evaluation of Best Practice During Rewinding & Repair' can be found in Annex D.

9.2.6.2 Repair of rotating machine rotors

A faulty bar-wound rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer or repaired using materials of identical specification. Particular care is necessary to ensure that, when replacing bars in a cage rotor, such bars are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer should be adopted.

A faulty die-cast cage rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer.

If the original manufacturer is no longer able to supply a replacement, it is possible to produce a new rotor winding with identical characteristics to the original.

NOTE Identical characteristics includes materials and dimensional characteristics of shorting ring and ventilation aides.

Damage to the external surface of the shorting ring of a die cast rotor including ventilation stirres can be repaired.

9.2.6.3 Testing after repair of windings

9.2.6.3.1 General

Windings, after complete or partial repair, shall be subjected, with the equipment assembled, to the following tests as far as is reasonably practicable.

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. Replacement winding resistance should not differ from the original winding resistance by more than 5%. In the case of polyphase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced. Unbalance (i.e. the difference between the highest and the lowest values) shall be less than 5% of middle value.

NOTE 1 If the winding resistance of the repaired winding differs from that of the original winding (either obtained from the original manufacturer's data, measurement from an undamaged winding, or derived by calculation from the damaged winding) by more than 5%, additional thermal tests may be required to confirm continued conformity to the stated insulation class and temperature class.

NOTE 2 In the event that the winding resistance is unbalanced, it should be verified by a competent person that the specific motor is suitable for the intended application.

- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. A minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended.

Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature, type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE 3 The insulation resistance should not be less than 20 M Ω at 20 °C, on a completely rewound equipment intended for use at up to 690 V.

- c) A high-voltage test in accordance with a relevant equipment standard shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.

- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value should be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in polyphase systems shall be balanced in all phases, as far as is reasonable.
- e) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair and overhaul contract.

9.2.6.3.2 Rotating machines

Rotating machines, in addition to the above tests, shall be subjected to the following tests so far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at rated speed and rated voltage, to check bearing temperature, noise or vibration and no load current values. The cause of any untoward increase in bearing temperature, noise and/or vibration shall be investigated and corrected. Unbalance in no load current shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 When the rated speed is a range of values, the test should be run at the highest practicable speed within that range.

- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load rated current and to ensure balance on all phases. (The test, which, in some respects, is an alternative to a full-load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its connections and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance of less than 5 % of the middle value is acceptable.

NOTE 2 Where this test is not reasonably practical other means of verification should be used.

- c) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE 3 Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

9.2.6.4 Temperature sensors

9.2.6.4.1 Repaired windings

If embedded temperature sensors were included to monitor winding temperatures, it is recommended that replacements have the same characteristics as the original sensors and they are embedded in the same location in the repaired winding before varnishing and curing.

9.2.6.4.2 Overhaul

It is recommended that temperature sensors be checked and if defective replaced as part of any overhaul. If replacement is required, temperature sensors shall be as specified in the documentation prepared in accordance with IEC 60079-0, and shall be installed as specified in that documentation. Replacement of defective embedded temperature sensors during an overhaul, which are required as part of the certificate documentation, will necessitate a stator rewind.

NOTE If the documentation is not available, or the identical temperature sensors are not available, the acceptability of the replacement should be assessed and documented by the responsible person.

9.2.7 Light-transmitting parts

Light-transmitting or other parts made of plastic shall not be cleaned with solvents. Household detergents may be used.

9.2.8 Encapsulated parts

In general, encapsulated parts, for example, switching devices in luminaires, are not considered suitable for repair.

9.2.9 Batteries

Where batteries are used, reference shall be made to the manufacturer's instructions before carrying out any repair or replacement.

9.2.10 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

9.2.11 Lamp holders

Lamp holders shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

NOTE The position of a reflector, if any, or the distance between the lamp and the window should be maintained.

9.2.12 Ballasts

Chokes and capacitors shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

9.2.13 Enclosed break devices

In general, enclosed break devices are not considered to be suitable for repair. Replacement parts listed by the manufacturer shall be used.

9.2.14 Breathing devices

Breathing devices shall be serviced to maintain the explosion protection properties of the enclosure in accordance with documentation. If this documentation is not obtainable, breathing devices shall be replaced only by those parts listed in a certificate documentation. If breathing devices carry an Ex component certificate, only a suitably certified and dimensioned part can be used.

9.3 Reclamation

9.3.1 General

Reclamations using the techniques detailed in 4.4.2.4 may be used with type of protection "n" equipment subject to the following restrictions of this subclause.

9.3.2 Enclosures

If minor damage to enclosures, terminal boxes and covers is to be repaired by welding or metal stitching, care shall be taken to ensure that the integrity of the equipment is not impaired, in particular, that it remains capable of withstanding the impact test and maintains the degree of ingress protection.

9.3.3 Joints

If damaged or corroded faces are to be machined, the mechanical strength and operation of the component shall not be impaired nor the degree of ingress protection affected.

Spigoted joints are normally provided to achieve close tolerance location. Thus, machining the male part will require addition of metal to and machining of the female part (or vice versa) to retain the location properties of the joint. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal shall be by electroplating, sleeving or welding, but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa is not recommended.

9.3.4 Shafts and housings

Shafts and bearing housings may be reclaimed, preferably by use of metal spraying or sleeving techniques. Welding may be appropriate having due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.2.9).

9.3.5 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be built up by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

9.3.6 Rotors and stators

If rotors and stators are to be skimmed to remove eccentricities and surface damage, the resulting increased air gap between rotor and stator may produce higher external surface temperatures that could then exceed the temperature class of the machine. If uncertainty exists with regard to possible adverse effects on the temperature class, the repairer shall seek guidance, preferably from the manufacturer, before this procedure is adopted.

Skimmed or damaged stator cores shall be submitted to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could adversely affect the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings.

9.4 Alterations and modifications

9.4.1 Enclosures

Enclosures may be modified provided that the specified temperature classification, degree of ingress protection and impact test requirements of the appropriate standard are met.

9.4.2 Cable and conduit entries

Care shall be taken to ensure that the specified type of protection and degree of ingress protection are maintained.

9.4.3 Terminations

Terminations shall be modified only if compliance with the equipment standard is maintained.

9.4.4 Windings

It is permissible to rewind the equipment for another voltage after reference to the manufacturer provided that, for example, the magnetic loading, current densities and losses are not increased, appropriate new clearances and creepage distances are observed and the new voltage is within the limits of the certificate. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed is not permissible without reference to the manufacturer since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits of the certificate documentation.

9.4.5 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and procedure for the proposed modification.

10 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment covered by IEC 60079-26

No repair or overhaul shall be carried out without availability of manufacturer information. In addition to meeting the requirements of IEC 60079-26, the applicable requirements of Clauses 5 to 8 of this standard still apply.

If the certificate documentation is not available, the equipment shall be subjected to re-testing in accordance with the appropriate equipment standard.

11 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection Group III 't' (formerly known as 'tD' or DIP)

11.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection Group III 't' (formerly known as 'tD' or DIP). It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling an Group III 't' equipment are those to which the equipment was originally manufactured.

NOTE The highest temperature which is attained by any part of the external surface of electrical equipment when tested under the defined dust-free or dust-layer conditions at the specified maximum ambient temperature (normally 40 °C) is marked on the equipment as a temperature value *T*. Practice A equipment with the zone prefixed "A" had been type-tested under dust-free conditions. Practice B equipment with the zone prefixed "B" had been type-tested under dust-layer conditions.

11.2 Repair and overhaul

11.2.1 Enclosures

Whilst it is preferable to obtain new parts from the manufacturer, in principle, damaged parts may be repaired or replaced with others, given that the degree of ingress protection and temperature classification as stipulated on the certification label is preserved.

NOTE The specific IP rating is integral to type of protection Group III 't' (formerly known as 'tD' or DIP). The performance of gaskets and seals is critical to maintaining that IP rating and has been subjected to special conditioning and testing and should only be replaced with gaskets and seals of identical materials and identical construction.

If visual inspection (for example, ingress of dust or water) indicates that the effectiveness of sealing elements of the enclosure suffered from damage or ageing, such elements shall be replaced, preferably by using original spare parts supplied by the equipment manufacturer or by gasket parts of equivalent quality. Particular attention shall be given to ensuring the characteristics such as method of retention, uninterrupted periphery, durometer hardness, percentage recovery etc of the equivalent material.

If there are any signs that the specified temperature has been exceeded, or, in case of doubt, actual measurements according to relevant equipment type(s) of protection standards shall

be made. If necessary, active parts such as windings, cores, cooling systems shall be replaced using manufacturer's spare parts and/or advice.

A more stringent degree of ingress protection than that specified in the equipment standard may have been provided to cater for environmental conditions, in which case any repair shall not jeopardize such higher degree of ingress protection.

Particular attention is drawn to the impact test requirements of all parts of the enclosure as given in the equipment standard.

Adequate clearance shall be maintained between stationary and rotating parts in accordance with the equipment standard.

Attention is drawn to the effect of surface finish, paint, etc. on the temperature classification of enclosures. Only finishes specified by the manufacturer or equivalent should be applied.

Plastic material for enclosures, parts of enclosures or parts of the external ventilation system of rotating electrical machines are designed so that the danger of ignition due to propagating brush discharges is avoided. Spare parts, in addition to dimensional compliance, shall have the electrostatic discharge properties as specified in IEC 61241-0.

11.2.2 Cable and conduit entries

Entries shall preserve a minimum IP5X or IP6X degree of ingress protection as appropriate in accordance with the requirements of IEC 60529.

11.2.3 Terminations

Care shall be taken when refurbishing terminal compartments to maintain clearances and creepages and ingress protection in accordance with the equipment standard. Where non-metallic screws are used for fixing, only replacement screws of similar materials shall be used.

Where terminations are loose leads, the method of termination including insulation shall be in accordance with the certificate documentation.

11.2.4 Insulation

A superior class of insulation compared with that originally used does not permit an increase in equipment rating without reference to the manufacturer.

11.2.5 Internal connections

The cross-sectional area of any replacement connection shall not be less than that originally fitted.

11.2.6 Windings

11.2.6.1 General

Where rewinding is carried out, it is essential that the original winding data are determined and that the new winding conforms to the original. If superior insulation is proposed compared to that of the original, the rating of the winding shall not be increased without reference to the manufacturer, as the temperature classification of the equipment could then be adversely affected.

The original winding data should preferably be obtained from the manufacturer. If this is not reasonably practicable, then use may be made of copy winding techniques, which includes

determination of winding connections, conductor size, turns, coil pitch, winding projection, and may include a determination of the original coil resistance.

It is not recommended to have a partial winding replacement, except on a larger equipment where this may be practicable, unless reference has been made to the manufacturer or certifying authority.

11.2.6.2 Repair of machine rotors

A faulty bar-wound rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer or repaired using materials of identical specification. Particular care is necessary to ensure that, when replacing bars in a cage rotor, such bars are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer should be adopted.

A faulty die-cast cage rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer.

If the original manufacturer is no longer able to supply a replacement it is possible to produce a new rotor winding with identical characteristics to the original.

NOTE Identical characteristics includes materials and dimensional characteristics of shorting ring and ventilation aides.

Damage to the external surface of the shorting ring of a die cast rotor including ventilation stirres can be repaired.

11.2.6.3 Testing after repair of windings

11.2.6.3.1 General

Windings, after complete or partial repair, shall be subjected, with the equipment assembled, to the following tests as far as is reasonably practicable:

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. Replacement winding resistance should not differ from the original winding resistance by more than 5 %. In the case of polyphase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced. Unbalance (i.e. the difference between the highest and the lowest values) shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 If the winding resistance of the repaired winding differs from that of the original winding by more than 5 %, additional thermal tests may be required to confirm continued conformity to the stated insulation class and temperature class.

NOTE 2 In the event that the winding resistance is unbalanced, it should be verified by a competent person that the specific motor is suitable for the intended application.

- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. A minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended.

Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature, type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE The insulation resistance should not be less than 20 MΩ at 20 °C, on a completely rewound equipment intended for use at up to 690 V.

- c) A high-voltage test in accordance with a relevant equipment standard shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value should be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in polyphase systems shall be balanced in all phases, as far as is reasonable.

- e) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair and overhaul contract.

11.2.6.3.2 Rotating machines

Rotating machines, in addition to the above tests, shall be subjected to the following tests so far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at rated speed and rated voltage, to check bearing temperature, noise or vibration and no load current values. The cause of any untoward increase in bearing temperature, noise and/or vibration shall be investigated and corrected. Unbalance in no load current shall be less than 5 % of middle value.

NOTE When the rated speed is a range of values, the test should be run at the highest practicable speed within that range.

- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load rated current and to ensure balance on all phases. (The test, which in some respects is an alternative to a full load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its connections and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance shall be less than 5 % of middle value.

NOTE Where this test is not reasonably practical other means of verification should be used.

- c) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

11.2.6.4 Temperature sensors

11.2.6.4.1 Repaired windings

If embedded temperature sensors were included to monitor winding temperatures, it is recommended that replacements have the same characteristics as the original sensors and they are embedded in the same location in the repaired winding before varnishing and curing.

11.2.6.4.2 Overhaul

It is recommended that temperature sensors be checked and if defective replaced as part of any overhaul. If replacement is required, temperature sensors shall be as specified in the documentation prepared in accordance with IEC 60079-0, and shall be installed as specified in that documentation. Replacement of defective embedded temperature sensors during an overhaul, which are required as part of the certificate documentation, will necessitate a stator rewind.

NOTE If the documentation is not available, or the identical temperature sensors are not available, the acceptability of the replacement should be assessed and documented by the responsible person.

11.2.7 Light-transmitting parts

Light-transmitting or other parts made of plastic shall not be cleaned with solvents. Household detergents may be used.

11.2.8 Batteries

Where batteries are used, reference shall be made to the manufacturer's instructions before carrying out any repair or replacement.

11.2.9 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

11.2.10 Lamp holders

Lamp holders shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

NOTE The position of a reflector, if any, or the distance between the lamp and the window should be maintained.

11.2.11 Ballasts

Chokes and capacitors, shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

11.2.12 Breathing devices

Breathing devices shall be replaced only by the manufacturer's listed parts. Alternatively a suitably certified and dimensioned part can be used.

NOTE Suitably certified includes protection type, gas group and ingress protection rating (if applicable).

11.3 Reclamation

Reclamations using the techniques detailed in 4.4.2.4 may be used with type of protection 't' equipment subject to the following restrictions of this subclause.

11.3.1 Enclosures

If minor damage to enclosures, terminal boxes and covers is to be repaired by welding or metal stitching, care shall be taken to ensure that the integrity of the equipment is not impaired, in particular, that it remains capable of withstanding the impact test and maintains the degree of ingress protection.

11.3.2 Joints

If damaged or corroded faces are to be machined, the mechanical strength and operation of the component shall not be impaired nor the degree of ingress protection affected.

Spigoted joints are normally provided to achieve close tolerance location. Thus, machining the male part will require addition of metal to, and machining of, the female part (or vice versa) to retain the location properties of the joint. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal shall be by electroplating, sleeving or welding, but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa is not recommended.

11.3.3 Shafts and housings

Shafts and bearing housings may be reclaimed, preferably by use of metal spraying or sleeving techniques. Welding (except MMA) may be appropriate having due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.2.9).

11.3.4 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be built up by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

11.3.5 Rotors and stators

If rotors and stators are to be skimmed to remove eccentricities and surface damage, the resulting increased air gap between rotor and stator may produce a change in external surface temperatures that could then exceed the temperature class of the machine. If uncertainty exists with regard to possible adverse effects on the temperature class, the repairer shall seek guidance, preferably from the manufacturer, before this procedure is adopted.

Skimmed or damaged stator cores shall be submitted to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could adversely affect the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings.

11.4 Alterations and modifications

11.4.1 Enclosures

Enclosures may be modified provided that the specified temperature classification, degree of ingress protection and impact test requirements of the appropriate standard are met.

11.4.2 Cable and conduit entries

Care shall be taken to ensure that the specified type of protection and degree of ingress protection are maintained.

11.4.3 Windings

It is permissible to rewind the equipment for another voltage after reference to the manufacturer provided that, for example, the magnetic loading, current densities and losses are not increased, appropriate new clearances and creepage distances are observed and the new voltage is within the limits of the certificate. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed is not permissible without reference to the manufacturer since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits of the certificate documentation.

11.4.4 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and procedure for the proposed modification.

12 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection pressurization 'pD'

12.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation, alteration and modification of equipment with protection type 'pD'. It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling a 'pD' equipment are those to which the equipment was originally manufactured.

Equipment used within enclosures that are certified as complying with the requirements of IEC 61241-4, 'pD' is generally unspecified with respect to that standard. Variations can therefore be made to include equipment without invalidating the certificate. However, there are general restrictions such as electrical performance and temperature rating that are taken into consideration if changes to internal equipment are made.

NOTE In contrast to type of protection 'p' purging is not allowed with type of protection 'pD'. Internal cleaning of the enclosure is necessary before the electrical supply can be connected as per IEC 61241-4.

12.2 Repair and overhaul

The requirements for repair and overhaul are identical with those of protection 'p' as specified in Clause 7.

12.3 Reclamation

The requirements for reclamations are identical with those of protection 'p' as specified in Clause 7.

12.4 Modifications

The requirements for modifications are identical with those of protection 'p' as specified in Clause 7.

Annex A (normative)

Identification of repaired equipment by marking

A.1 Marking information

Repaired and overhauled equipment shall be marked on the main part in a visible place. This marking shall be legible and durable taking into account all relevant environmental conditions. The marking shall include

- the relevant symbol (see Clause A.2 below);
- the standard number "IEC 60079-19" or national equivalent;
- the name of the repairer or his registered trade mark and repair facility certification, if any;
- the repairer's reference number relating to the repair;
- the date of the overhaul/repair.

The marking may be on a plate permanently attached to the repaired equipment.

In the event of subsequent repairs, the earlier repair/overhaul plate shall be removed, and a record being made of all the markings on it.

If an earlier plate has been removed and it had the triangular symbol as shown in A.2.2, then the symbol on subsequent plates should also be triangular unless the repairer restores the whole equipment to full conformity with the certificate documentation.

Equipment which, after repair or overhaul, conforms neither to the certificate documentation nor to the type of protection standard(s) shall have all the marking details relating to the explosion-protection removed with the agreement of the user.

NOTE Existing certification labels should be checked to ensure they are secure and legible.

A.2 Symbols

A.2.1 In accordance with certificate documentation and/or manufacturer's specification

This mark is to be used only when the repair or reclamation is in accordance with this standard and the repairer has sufficient evidence of full compliance with the certificate documentation and/or manufacturer's specification.



A.2.2 In accordance with the type of protection standards but not the certificate documentation

This mark is to be used when either

- a) the equipment is changed during repair or reclamation so that it still complies with the restrictions imposed by this standard and the explosion-protection standards to which it was manufactured, but repairer has insufficient evidence of full compliance with the certificate documentation; or
- b) the standards to which the equipment was manufactured are not known, but the requirements of this standard and the current edition of the relevant explosion-protection

standards have been applied but repairer has insufficient evidence of full compliance with the certificate documentation. An assessment, by a person competent in assessing explosion-protected equipment has been conducted to verify compliance with the relevant level of safety prior to release of the equipment by the repairer.

In these situations the certification labels should not be removed.



NOTE These marking are required for the benefit of subsequent repairers and the only difference between the markings is the method of compliance.

A.2.3 Other situations

Equipment which, after repair or reclamation, does not conform to A.2.1 or A.2.2 should have its original manufacturer's label removed or altered to give a clear indication that the equipment is not in compliance with the certificate documentation until a supplementary certificate is obtained to cover the repair or overhaul.

If the equipment is returned to its owner before such a supplementary certificate is obtained, the record described in 4.4.1.5 should indicate that the equipment is not in serviceable condition and is not to be used in an explosive atmosphere.

Annex B (normative)

Knowledge, skills and competencies of “responsible persons” and “operatives”

B.1 Scope

This annex specifies the knowledge, skills and competencies of persons referred to in this standard.

B.2 Knowledge and skills

B.2.1 Responsible persons

“Responsible persons” who are responsible for the processes involved in the overhaul, repair and reclamation of specific types of explosion protection of explosion protected equipment, shall possess, at least, the following:

- a) general understanding of relevant electrical and mechanical engineering at the craftsperson level or above;
- b) practical understanding of explosion-protection principles and techniques;
- c) understanding and ability to read and assess engineering drawings;
- d) familiarity with measurement functions, including practical metrology skills, to measure known quantities;
- e) working knowledge and understanding of relevant standards in the explosion protection field;
- f) basic knowledge of quality assurance, including the principles of traceability of measurement and instrument calibration.

Such persons shall confine their involvement to overhaul, repair and reclamation in the nominated areas of competence and not engage themselves in modifications of explosion-protected equipment without expert guidance.

B.2.2 Operatives

Operatives shall possess, to the extent necessary to perform their tasks, the following:

- a) understanding of the general principles of types of protection and marking;
- b) understanding of those aspects of equipment design which affect the protection concept;
- c) understanding of examination and testing as related to relevant parts of this standard;
- d) ability to identify replacement parts and components authorized by the manufacturer;
- e) familiarity with the particular techniques to be employed in repairs referred to in this standard.

B.3 Competencies

B.3.1 General

Competencies shall apply to each of the explosion-protection techniques for which the person is involved. For example: it is possible for a person to be competent in the field of repair and overhaul of Ex 'd' motors only and not be fully competent in repair of Ex 'd' switchgear or Ex

'e' motors. In such cases, the repair facility management shall define this in their documentation system.

B.3.2 Responsible persons

Responsible persons shall be able to demonstrate their competency and provide evidence of attaining the knowledge and skill requirements specified in B.2.1 relevant to the types of protection and/or types of equipment involved.

B.3.3 Operatives

Operatives shall be able to demonstrate their competency and provide evidence of attaining the knowledge and skill requirements specified in B.2.2 relevant to the types of protection and/or types of equipment involved.

They shall also be able to demonstrate their competency in the

- use and availability of documentation specified in 4.4.1.5.1;
- production of job reports to the user as specified in 4.4.1.5.2;
- use and production of repair facility records as specified in 4.4.1.5.3.

B.4 Assessment

The competency of responsible persons and operatives shall be verified and attributed, at intervals in accordance with 4.4.1.3 , on the basis of sufficient evidence that the person

- a) has the necessary skills required for the scope of work;
- b) can act competently across the specified range of activities; and
- c) has the relevant knowledge and understanding underpinning competency.

Annex C (normative)

Requirements for measurements in flameproof equipment during overhaul, repair and reclamation (including guidance on tolerances)

C.1 General

Evidence has come to light that there have been instances where equipment passed the Ex d flame transmission test with the gaps set to the maximum specified by the manufacturer but failed the test when set to the larger gaps permitted by the Ex d standard. As such equipment has not necessarily been marked with an 'X' on the certificate, there is no way of knowing whether the equipment can be safely repaired to the values allowed by the standard or whether it needs to be repaired to the smaller gaps specified by the manufacturer. Therefore, in the absence of drawings showing the manufacturer's gaps, repairers shall use the guidance given in Table C.1.

NOTE Figure C.1 is equivalent to Table C.1.

Table C.1 – Determination of maximum gap of reclaimed parts

Ref.	Condition		Maximum gap
1.	Dimensions are available in certificate documentation.		Use the values specified in that documentation.
2.	Original national standard ^a required that the test gap be set at the value in that standard.		Use the values specified in the standard used.
3.a)	Original standard or certification body policy required that suffix 'X' is marked where the test gap is less than the values in the standard used.	Certificate has suffix 'X'.	Use values specified in the 'conditions of use' with the certificate.
3.b)		Certificate has no suffix.	Use the values specified in the standard used.
4.	Relevant dimensions accurately determined: <ul style="list-style-type: none"> – by measurement of the equipment in 'as new' condition; or – from identical undamaged equipment; or – from undamaged parts of the equipment; or – from partially damaged parts of the equipment. 		Use the values determined by measurement.
5.	Other method by which the original dimensions are accurately determined.		Use the values so determined.
6.a)	Other conditions ^{b,c,d}	Cylindrical joints for shaft glands of rotating electrical machines with rolling-element bearings.	Use 80 % of the value specified in the current edition of IEC 60079-1.
6.b)		Other joints	40 % of the appropriate value in the current edition of IEC 60079-1 is smaller than the credible manufacturing gap.
6.c)			40 % of the appropriate value in the current edition of IEC 60079-1 is greater than the credible manufacturing gap.

- a The 'original standard' is the edition of the standard to which the equipment was certified.
- b The reduced gap (80 % or 40 %) is only applicable to damaged parts subject to reclamation.
- c Where the reduced gap contravenes the requirements for the minimum radial gap '*k*' and/or the maximal radial gap '*m*', the required gap shall be the smallest that meets the '*k*' and '*m*' requirements.
- d Damaged gaps on equipment in environments requiring Group IIC equipment cannot be reclaimed.

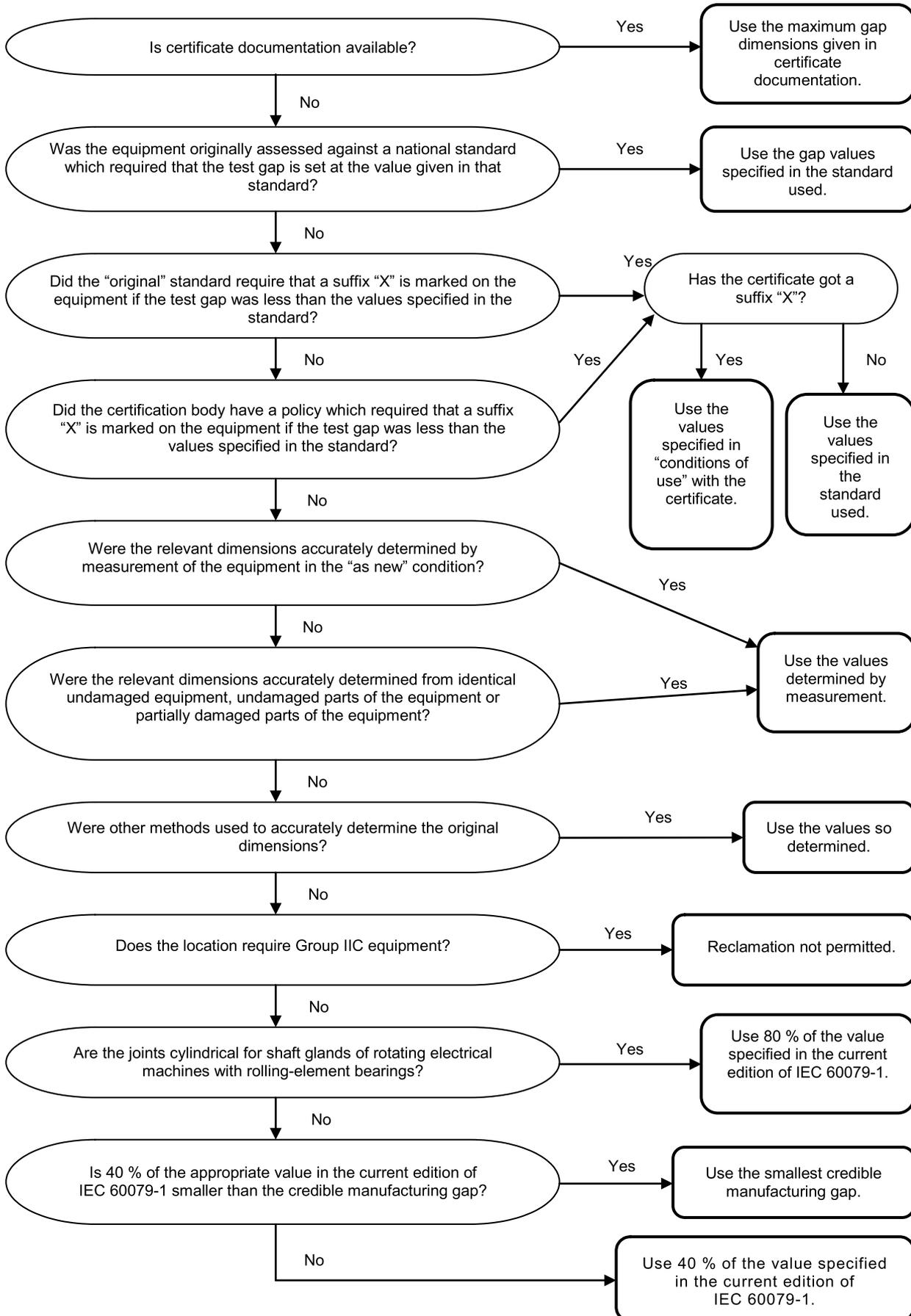


Figure C.1 – Determination of maximum gap of reclaimed parts

Annex D (informative)

When rewinding electric motors, it is important to maintain the original efficiency of the machine to prevent an increase in losses, which may affect the Ex temperature classification.

Information on the effect of rewinding on the efficiency of motors, together with guidance on best practice during repair and rewinding, is available from the EASA/AEMT Rewind Study titled:-

'The Effect of Repair/Rewind on Motor Efficiency'; published by EASA & AEMT.

This is available as a free download from the IECEx web site:

(<http://www.iecex.com/operational.htm>, Operating Document OD 301)

or from the EASA web site:

(<http://www.easa.com/energy>)

Guidance on the data a service facility will need to obtain from the original stator winding, to make a successful copy rewind, is available in IECEx ExTAG Decision Sheet 2013/006 (available as a free download from the IECEx web site:- http://www.iecex.com/extag_decisions.htm)

Bibliography

IEC 60050-426, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 426: Equipment for explosive atmospheres*

IEC 60034 (all parts), *Rotating electrical machines*

IEC 60079-11, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i"*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

ISO 9000, *Quality management and systems – Fundamentals and vocabulary*

ISO 9001, *Quality management systems – Requirements*

ISO 17000, *Conformity assessment – Vocabulary and general principles*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	75
INTRODUCTION.....	77
1 Domaine d'application	78
2 Références normatives.....	78
3 Termes et définitions	79
4 Généralités.....	82
4.1 Principes généraux.....	82
4.2 Exigences réglementaires concernant l'atelier de réparation	82
4.3 Instructions pour l'utilisateur.....	82
4.3.1 Certificats et documents	82
4.3.2 Enregistrements et instructions de travail	82
4.3.3 Réinstallation de l'appareil réparé	83
4.3.4 Ateliers de réparation	83
4.4 Instructions pour l'atelier de réparation.....	83
4.4.1 Réparation et révision.....	83
4.4.2 Remise en état	87
4.4.3 Transformations et modifications	90
4.4.4 Réparations temporaires	90
4.4.5 Parc de machines tournantes	90
4.4.6 Convertisseurs	91
5 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision d'appareils avec le mode de protection "d" (enveloppes antidéflagrantes).....	92
5.1 Application	92
5.2 Réparation et révision	92
5.2.1 Enveloppes	92
5.2.2 Entrées de câbles et de conduits	93
5.2.3 Bornes de raccordement.....	93
5.2.4 Isolation	93
5.2.5 Connexions internes.....	93
5.2.6 Enroulements	93
5.2.7 Appareil auxiliaire.....	95
5.2.8 Parties transparentes ou translucides.....	95
5.2.9 Parties encapsulées	96
5.2.10 Batteries.....	96
5.2.11 Lampes	96
5.2.12 Douilles	96
5.2.13 Ballasts	96
5.2.14 Dispositifs de respiration	96
5.3 Remise en état.....	96
5.3.1 Généralités.....	96
5.3.2 Enveloppes	96
5.3.3 Chemisage	97
5.3.4 Arbres et logements	97
5.3.5 Paliers lisses	98
5.3.6 Rotors et stators	98
5.4 Transformations et modifications	98

5.4.1	Enveloppes	98
5.4.2	Entrées de câbles et de conduits	98
5.4.3	Bornes de raccordement.....	98
5.4.4	Enroulements	98
5.4.5	Appareil auxiliaire.....	99
6	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "i" (sécurité intrinsèque).....	99
6.1	Application	99
6.2	Réparation et révision	99
6.2.1	Enveloppes	99
6.2.2	Presse-étoupe	99
6.2.3	Bornes de raccordement.....	99
6.2.4	Connexions soudées	100
6.2.5	Fusibles.....	100
6.2.6	Relais.....	101
6.2.7	Barrières de sécurité à diodes et isolateurs galvanique	101
6.2.8	Circuits imprimés.....	101
6.2.9	Optocoupleurs et composants piézoélectriques	101
6.2.10	Composants électriques	101
6.2.11	Batteries.....	102
6.2.12	Câblage interne	102
6.2.13	Transformateurs	102
6.2.14	Composants encapsulés.....	102
6.2.15	Parties non électriques	102
6.2.16	Essais	103
6.3	Remise en état.....	103
6.4	Modifications	103
7	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "p" (surpression interne)	103
7.1	Application	103
7.2	Réparation et révision	103
7.2.1	Enveloppes	103
7.2.2	Entrées de câbles et de conduits	104
7.2.3	Bornes de raccordement.....	104
7.2.4	Isolation	104
7.2.5	Connexions internes.....	104
7.2.6	Enroulements	104
7.2.7	Dispositifs auxiliaires.....	106
7.2.8	Parties transparentes ou translucides	106
7.2.9	Parties encapsulées	106
7.2.10	Batteries.....	106
7.2.11	Lampes	107
7.2.12	Douilles	107
7.2.13	Ballasts	107
7.3	Remise en état	107
7.3.1	Généralités.....	107
7.3.2	Enveloppes	107
7.3.3	Arbres et logements	107
7.3.4	Paliers lisses	108

7.3.5	Rotors et stators	108
7.4	Transformations et modifications	108
7.4.1	Enveloppes	108
7.4.2	Entrées de câbles et de conduits	108
7.4.3	Bornes de raccordement.....	108
7.4.4	Enroulements	108
7.4.5	Appareil auxiliaire	109
8	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "e" (sécurité augmentée)	109
8.1	Application	109
8.2	Réparation et révision	109
8.2.1	Enveloppes	109
8.2.2	Entrées de câbles et de conduits	109
8.2.3	Bornes de raccordement.....	109
8.2.4	Isolation	110
8.2.5	Connexions internes.....	110
8.2.6	Enroulements	110
8.2.7	Parties transparentes ou translucides	114
8.2.8	Parties encapsulées	114
8.2.9	Batteries.....	114
8.2.10	Lampes	114
8.2.11	Douilles	115
8.2.12	Ballasts	115
8.2.13	Dispositifs de respiration	115
8.3	Remise en état	115
8.3.1	Enveloppes	115
8.3.2	Paliers lisses	116
8.3.3	Rotors et stators	116
8.4	Modifications	116
8.4.1	Enveloppes	116
8.4.2	Entrées de câbles et de conduits	116
8.4.3	Bornes de raccordement.....	116
8.4.4	Enroulements	116
8.4.5	Appareil auxiliaire	117
9	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "n"	117
9.1	Application	117
9.2	Réparation et révision	117
9.2.1	Enveloppes	117
9.2.2	Entrées de câbles et de conduits	117
9.2.3	Bornes de raccordement.....	118
9.2.4	Isolation	118
9.2.5	Connexions internes.....	118
9.2.6	Enroulements	118
9.2.7	Parties transparentes ou translucides	122
9.2.8	Parties encapsulées	122
9.2.9	Batteries.....	122
9.2.10	Lampes	122
9.2.11	Douilles	122

9.2.12	Ballasts	122
9.2.13	Dispositifs à coupure enfermée	122
9.2.14	Dispositifs de respiration	122
9.3	Remise en état	123
9.3.1	Généralités	123
9.3.2	Enveloppes	123
9.3.3	Jointts	123
9.3.4	Arbres et logements	123
9.3.5	Paliers lisses	123
9.3.6	Rotors et stators	123
9.4	Transformations et modifications	124
9.4.1	Enveloppes	124
9.4.2	Entrées de câbles et de conduits	124
9.4.3	Bornes de raccordement	124
9.4.4	Enroulements	124
9.4.5	Appareil auxiliaire	124
10	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision d'un appareil conformément à l'IEC 60079-26	124
11	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection Groupe III "t" (précédemment connu sous l'appellation "tD" ou DIP)	124
11.1	Application	124
11.2	Réparation et révision	125
11.2.1	Enveloppes	125
11.2.2	Entrées de câbles et de conduits	126
11.2.3	Bornes de raccordement	126
11.2.4	Isolation	126
11.2.5	Connexions internes	126
11.2.6	Enroulements	126
11.2.7	Parties transparentes ou translucides	128
11.2.8	Batteries	128
11.2.9	Lampes	128
11.2.10	Douilles	128
11.2.11	Ballasts	129
11.2.12	Dispositifs de respiration	129
11.3	Remise en état	129
11.3.1	Enveloppes	129
11.3.2	Jointts	129
11.3.3	Arbres et logements	129
11.3.4	Paliers lisses	129
11.3.5	Rotors et stators	129
11.4	Transformations et modifications	130
11.4.1	Enveloppes	130
11.4.2	Entrées de câbles et de conduits	130
11.4.3	Enroulements	130
11.4.4	Appareil auxiliaire	130
12	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "pD"	130
12.1	Application	130

12.2 Réparation et révision	131
12.3 Remise en état	131
12.4 Modifications	131
Annexe A (normative) Identification de l'appareil réparé par un marquage	132
Annexe B (normative) Connaissances, compétences et autorités des "personnes responsables" et des "opérateurs"	134
Annexe C (normative) Exigences pour les mesures des appareils antidéflagrants pendant la révision, la réparation et la remise en état (y compris un guide sur les tolérances).....	136
Annexe D (informative)	139
Bibliographie.....	140
Figure C.1 – Détermination de l'interstice maximal des parties remises en état.....	138
Tableau C.1 – Détermination de l'interstice maximal des parties remises en état.....	137

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 19: Réparation, révision et remise en état de l'appareil

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(s) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60079-19 porte le numéro d'édition 3.1. Elle comprend la troisième édition (2010-11) [documents 31J/180/FDIS et 31J/192/RVD], et son amendement 1 (2015-03) [documents 31J/249/FDIS et 31J/250/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions étant barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60079-19 a été établie par le sous-comité 31J: Classification des emplacements dangereux et règles d'installation, du comité d'études 31: Appareils pour atmosphères explosives.

Les modifications techniques importantes par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- inclusion des exigences spécifiques du Groupe ; I
- inclusion des exigences "offshore".

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60079, présentée sous le titre général *Atmosphères explosives*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Lorsqu'un appareil est installé dans un emplacement où une concentration et une quantité dangereuses de gaz, de vapeurs, de brouillards ou de poussières inflammables peuvent exister dans l'atmosphère, des mesures de protection sont à appliquer afin de réduire la probabilité d'une explosion due à l'inflammation par des arcs, étincelles ou surfaces chaudes, produits soit en service normal, soit dans des conditions de défauts spécifiées.

La présente partie de l'IEC 60079 est un complément aux autres normes IEC, par exemple, la série IEC 60364 en ce qui concerne les exigences d'installation, et se réfère de même à la série IEC 60079 et à ses parties concernées pour les exigences de conception de l'appareil électrique adapté.

L'Article 4 de la présente partie de l'IEC 60079 contient des exigences générales pour la réparation et la révision de l'appareil et il convient de le lire en même temps que les autres articles de la présente norme, donnant des exigences détaillées pour chaque mode de protection.

Lorsque l'appareil protégé comprend plusieurs modes de protection, il convient de se référer aux articles concernés.

La présente partie donne non seulement un guide sur les moyens pratiques de maintenir les exigences de sécurité électrique et les performances de l'appareil réparé, mais aussi définit les procédés pour garantir après réparation, révision et remise en état, la conformité de l'appareil avec les dispositions du certificat de conformité ou avec les dispositions de la norme appropriée pour la protection contre l'explosion, si le certificat n'est pas disponible.

La nature de la protection contre l'explosion offerte, par chaque mode de protection, varie suivant ses propres caractéristiques. Il convient de faire référence à la norme ou aux normes appropriées pour les détails.

Les utilisateurs emploieront les moyens de réparation les mieux adaptés à tout élément particulier de l'appareil, qui peuvent être soit les moyens des constructeurs, soit ceux d'un réparateur dont la compétence et l'équipement conviennent (voir Note).

La présente partie reconnaît la nécessité d'exiger un niveau de compétence pour la réparation, la révision et la remise en état de l'appareil. Certains constructeurs peuvent recommander que l'appareil soit réparé uniquement par eux.

Dans le cas de réparation, de révision ou de remise en état des appareils qui ont été l'objet d'une certification de conception, il peut être nécessaire de clarifier la position du maintien de la conformité de l'appareil vis-à-vis du certificat.

NOTE Bien que certains constructeurs recommandent que certains appareils leur soient retournés pour réparation ou remise en état, il y a aussi des organismes de réparation indépendants compétents qui ont les moyens d'effectuer ces travaux de réparation sur des appareils utilisant certains ou tous les modes de protection couverts par la série IEC 60079. Afin que l'appareil réparé conserve l'intégrité du ou des modes de protection utilisés pour sa conception et sa construction, une connaissance détaillée de la conception originale du constructeur (qui ne peut être obtenue qu'à partir des dessins de conception et de fabrication) et tout document du certificat peuvent être nécessaires. Dans le cas où l'appareil ne serait pas retourné au constructeur d'origine pour réparation ou remise en état, il conviendrait de considérer l'utilisation d'organismes de réparation recommandés par le constructeur d'origine.

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 19: Réparation, révision et remise en état de l'appareil

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60079

- donne des instructions, principalement de nature technique, pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification de l'appareil conçu pour être utilisé en atmosphères explosives;
- n'est pas applicable à l'entretien, sauf lorsque la réparation et la révision ne peuvent être dissociées de l'entretien, pas plus qu'elle ne donne des conseils sur les systèmes d'entrées de câbles qui peuvent exiger un renouvellement quand l'appareil est réinstallé;
- n'est pas applicable au type de protection « m », « o » et « q »;
- suppose que les bonnes règles de l'art sont adoptées d'un bout à l'autre.

NOTE Une grande partie du contenu de la présente norme concerne la réparation et la révision des machines électriques. Ce n'est pas parce qu'elles sont les éléments les plus importants des appareils protégés contre l'explosion, mais plutôt parce qu'elles sont des éléments essentiels des gros appareils à réparer, pour lesquels, quel que soit le mode de protection mis en œuvre, il existe suffisamment de règles de construction communes pour permettre des instructions détaillées pour leur réparation, leur révision, leur remise en état ou leur modification.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60079 (toutes les parties), *Atmosphères explosives*

IEC 60079-0, *Atmosphères explosives – Partie 0: Appareil – Exigences générales*

IEC 60079-1, *Atmosphères explosives – Partie 1: Protection de l'appareil par enveloppes antidéflagrantes "d"*

IEC 60079-2, *Atmosphères explosives – Partie 2: Protection de l'appareil par enveloppe à surpression interne "p"*

IEC 60079-7, *Atmosphères explosives – Partie 7: Protection de l'équipement par sécurité augmentée "e"*

IEC 60079-7:1990, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Septième partie: Sécurité augmentée "e"*

IEC 60079-7:2001, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 7: Sécurité augmentée "e"*

IEC 60079-14, *Atmosphères explosives – Partie 14: Conception, sélection et construction des installations électriques*

IEC 60079-15:2005, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 15: Construction, essais et marquage des matériels électriques du mode de protection "n"*

IEC 60079-15:2010, *Atmosphères explosives – Partie 15: Protection de l'appareil par mode de protection "n"*

IEC 60079-19, *Atmosphères explosives – Partie 19: Réparation, révision et remise en état de l'appareil*

IEC 60079-26, *Atmosphères explosives – Partie 26: Appareil d'un niveau de protection de l'appareil (EPL) Ga*

IEC 60085, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 61241 (toutes les parties), *Appareils électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles*

IEC 61241-0, *Appareils électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles – Partie 0: Exigences générales*

IEC 61241-4, *Appareils électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 4: Type de protection "pD"*

ISO 4526, *Revêtements métalliques – Dépôts électrolytiques de nickel pour usages industriels*

ISO 6158, *Revêtements métalliques – Dépôts électrolytiques de chrome pour usages industriels*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60079-0 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE D'autres définitions applicables aux atmosphères explosives peuvent être trouvées dans l'IEC 60050-426.

3.1

condition de bon fonctionnement

condition qui permet le remplacement d'un élément ou l'utilisation d'un composant remis en état sans altérer les caractéristiques de fonctionnement ou les aspects relatifs à la protection contre l'explosion de l'appareil dans lequel un tel composant est utilisé, particulièrement en ce qui concerne les exigences des documents du certificat applicables

3.2

réparation

action de remettre un appareil défectueux en condition de bon fonctionnement total, tout en satisfaisant à la norme correspondante

NOTE L'expression "norme correspondante" signifie la norme selon laquelle l'appareil a été conçu à l'origine.

3.3

révision

action de remettre en condition de bon fonctionnement total un appareil qui a été utilisé ou stocké pendant un certain temps mais qui n'est pas défectueux

3.4

entretien

actions courantes effectuées pour conserver les conditions de bon fonctionnement total de l'appareil installé (voir Article 1)

3.5

composant

pièce non divisible

NOTE L'assemblage de telles pièces peut constituer un appareil.

3.6

remise en état

moyen d'effectuer une réparation comprenant par exemple le retrait ou l'adjonction de matériau pour remettre en état des composants qui ont subi des dommages afin que de telles parties soient remises en condition de bon fonctionnement total conformément à la norme correspondante

NOTE L'expression "norme correspondante" signifie la norme selon laquelle l'appareil a été fabriqué à l'origine.

3.7

modification

changement par rapport à la conception de l'appareil qui affecte le matériau, la disposition, la forme ou la fonction

NOTE Comme le certificat décrit une construction spécifique de l'appareil une modification de ce dernier conduirait à ce qu'il ne soit plus conforme à la construction décrite dans les documents du certificat.

3.8

constructeur

fabricant de l'appareil (qui peut aussi être le fournisseur, l'importateur ou un mandataire) au nom duquel généralement le certificat éventuel de l'appareil a été enregistré

3.9

transformation

changement apporté à un produit conduisant à une construction alternative décrite dans les documents du certificat

3.10

utilisateur

utilisateur de l'appareil

3.11

atelier de réparation

atelier procurant un service qui consiste en des réparations, des révisions, des remises en état de l'appareil protégé contre l'explosion, qui peut être le constructeur, l'utilisateur ou une tierce partie (atelier de réparation)

3.12

certificat

document qui garantit la conformité d'un produit, d'un processus, d'un système, d'une personne ou d'une organisation aux exigences spécifiées

NOTE Le certificat peut être la déclaration de conformité du fournisseur, ou la reconnaissance de conformité ou la certification de l'acheteur (du fait de l'intervention d'un tiers) comme cela est défini par ISO/IEC 17000.

3.13

références du certificat

numéro de référence du certificat peut se référer à une conception unique ou à une série d'appareils de conception similaire

3.14

symbole "X"

symbole utilisé pour indiquer des conditions particulières d'utilisation

NOTE Le symbole "X" est utilisé pour fournir un moyen d'identifier le fait que les informations essentielles pour l'installation, l'utilisation et l'entretien de l'appareil sont données dans le certificat. Par conséquent, il convient d'étudier les documents du certificat avant d'installer, de réparer, de réviser, de remettre en état, de transformer ou de modifier un tel appareil.

3.15

rebobinage conforme

procédé par lequel un bobinage est totalement ou partiellement remplacé par un autre dont les caractéristiques et les propriétés sont au moins aussi bonnes que celles de l'original

3.16

mode de protection "d"

enveloppe de protection dans laquelle les pièces qui peuvent enflammer une atmosphère explosive sont enfermées dans une enveloppe qui peut résister à la pression développée lors d'une explosion interne d'un mélange explosif et qui empêche la transmission de l'explosion à l'atmosphère explosive environnante de l'enveloppe

3.17

mode de protection "i"

mode de protection basée sur la restriction d'énergie électrique dans l'appareil et du câblage exposé potentiellement à une atmosphère gazeuse explosive à un niveau au-dessous de celui qui peut provoquer l'inflammation par étincelle ou par effet thermique

3.18

mode de protection "p"

technique permettant de se prémunir contre l'entrée d'une atmosphère externe dans une enveloppe en y maintenant un gaz de protection à une pression supérieure à celle de l'atmosphère externe

3.19

mode de protection "e"

mode de protection appliqué à un matériel électrique selon lequel des mesures complémentaires sont appliquées pour fournir une sécurité augmentée contre la possibilité de températures excessives et l'apparition d'arcs ou d'étincelles en service normal ou dans des conditions anormales spécifiées

3.20

mode de protection "n"

mode de protection appliqué à un appareil électrique de manière qu'en fonctionnement normal et dans certains événements habituels spécifiés auquel on peut s'attendre, il ne puisse enflammer l'atmosphère gazeuse explosive environnante

3.21

mode de protection "tD" ou Groupe III "t"

mode de protection dans lequel les parties pouvant enflammer une atmosphère explosive de poussières sont placées dans une enveloppe conçue pour exclure la pénétration de poussières et pour limiter la température de surface exposée à l'atmosphère explosive

3.22

mode de protection "pD"

technique d'appliquer un gaz protecteur dans une enceinte pour empêcher la formation d'une atmosphère de poussière explosive à l'intérieur de l'enceinte en maintenant une surpression contre l'atmosphère environnante

4 Généralités

4.1 Principes généraux

Le présent Article couvre les aspects de la réparation, de la révision, de la remise en état, de la transformation et de la modification qui sont communs à tous les appareils protégés contre l'explosion. Les articles suivants donnent les instructions relatives aux exigences complémentaires correspondantes aux modes de protection spécifiques. Lorsqu'un appareil comprend plusieurs modes de protection, on doit de se référer aux articles concernés.

NOTE 1 Aucune exigence complémentaire n'a été définie pour les modes de protection "m", "o" et "q".

Dans l'hypothèse de réparations et de révisions effectuées selon les règles de l'art, alors ces réparations et révisions impactant le mode de protection sont présumées conformes avec le certificat dès lors que les éléments du fabricant ou des parties indiquées dans 4.4.1 sont utilisés et que, les réparations ou les transformations sont effectués spécifiquement comme détaillé dans cette norme, la documentation de certificat sous 4.4.1.5 et lorsqu'ils sont exécutés par des personnes compétentes comme prévu dans 4.4.1.3.

Dans des circonstances où les documents appropriés, conformes au 4.4.1.5.1, ne sont pas disponibles, la réparation ou la révision doit alors être effectuée sur l'appareil conformément à la présente Norme et/ou à d'autres normes correspondantes. Les étapes suivies pour obtenir les documents appropriés doivent être enregistrées dans les documents de l'atelier de réparation (voir 4.4.1.5.3).

Si l'appareil été modifié, il doit satisfaire aux exigences du 4.4.3 requérant un nouveau certificat pour être préparé, sinon l'appareil ne convient plus à une utilisation dans une zone dangereuse.

NOTE 2 Dans certains pays, les exigences légales ne permettent pas la réparation sans les documents appropriés aux appareils du Groupe I, sauf s'ils sont soumis à de nouveaux essais complets, avec émission d'un nouveau certificat.

Si d'autres réparations ou transformations techniques sont effectuées, non conformes à la présente Norme, il sera alors nécessaire de s'assurer auprès des constructeurs et/ou de l'autorité chargée de la certification, que l'appareil peut continuer à être utilisé en atmosphère explosive.

NOTE 3 Il convient que la réparation d'un appareil ne possédant pas de plaque de marquage soit évitée.

4.2 Exigences réglementaires concernant l'atelier de réparation

L'atelier de réparation, qui peut être le constructeur, l'utilisateur ou un tiers effectuant les réparations, doit connaître toutes les exigences spécifiques de la législation nationale en vigueur pouvant s'appliquer à la réparation et la révision.

4.3 Instructions pour l'utilisateur

4.3.1 Certificats et documents

Il convient que le certificat et les autres documents s'y rapportant (voir 4.4.1.5) aient été obtenus en tant qu'éléments du contrat d'achat initial.

4.3.2 Enregistrements et instructions de travail

Il convient que les documents appropriés (4.3.1), avec les enregistrements de toutes réparations, révisions, transformations ou modifications, soient conservés par l'utilisateur et tenus à la disposition du réparateur.

NOTE 1 Les documents et les enregistrements sont normalement conservés dans le dossier de contrôle des utilisateurs pendant la vie de l'appareil.

NOTE 2 Il sera de l'intérêt de l'utilisateur que le réparateur soit averti, chaque fois que c'est possible, du défaut et/ou de la nature du travail à faire et de toute information relative à une application particulière, par exemple, un moteur alimenté par un convertisseur.

Les exigences particulières notées dans les spécifications de l'utilisateur et qui s'ajoutent aux différentes normes, par exemple une protection renforcée contre la pénétration, des conditions environnementales particulières, etc., doivent être portées à l'attention du réparateur.

4.3.3 Réinstallation de l'appareil réparé

La réinstallation de l'appareil réparé est conforme à l'IEC 60079-14.

NOTE Avant que l'appareil réparé soit réemployé, il convient que les entrées de câbles ou de conduits soient vérifiées pour s'assurer qu'elles ne sont pas endommagées et qu'elles sont appropriées au mode de protection de l'appareil.

4.3.4 Ateliers de réparation

Il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer que l'atelier de réparation concerné peut démontrer la conformité aux stipulations correspondantes de la présente Norme.

4.4 Instructions pour l'atelier de réparation

4.4.1 Réparation et révision

4.4.1.1 Généralités

Les ateliers de réparation doivent fonctionner sous un système de management de la qualité (SMQ).

NOTE La révision de l'appareil protégé contre l'explosion implique des techniques particulières. Il convient que le système de management de la qualité inclut des procédures documentées pour assurer que le travail est exécuté dans le cadre d'un programme qualité agréé de remise à neuf. Des informations supplémentaires sont données par l'ISO 9001.

L'atelier de réparation doit nommer une personne (personne responsable) ayant les compétences nécessaires (voir Annexe B) dans l'organisation de la gestion, pour prendre la responsabilité et avoir l'autorité d'assurer que l'appareil révisé/réparé est conforme à la certification, en accord avec l'utilisateur. La personne ainsi nommée doit avoir la connaissance professionnelle des normes sur la protection contre l'explosion appropriées et une compréhension de la présente Norme.

Il faut que l'atelier de réparation ait des installations de réparation et de révision suffisantes ainsi que l'équipement nécessaire, des opérateurs formés ayant les compétences nécessaires (voir Annexe B) et l'autorité pour pouvoir exercer les activités, en prenant en compte le mode de protection spécifique.

L'atelier de réparation doit mener une évaluation du statut de l'appareil à réparer, se mettre d'accord avec l'utilisateur sur le statut de certification attendu de l'appareil après réparation et le domaine d'application du travail à effectuer. Il convient que cela comprenne la justification relative à l'omission des essais mentionnés dans ce document, que l'utilisateur peut raisonnablement supposer inclus. L'évaluation doit être documentée et elle doit concerner les articles correspondants de la présente Norme et de la norme sur l'appareil en question et elle doit être incluse dans le rapport de travail à l'utilisateur. De telles évaluations doivent être menées par la personne responsable (avec l'aide des opérateurs appropriés). La personne responsable doit mener uniquement des évaluations en utilisant les techniques de protection contre l'explosion pour lesquelles elle a démontré sa compétence.

L'atelier de réparation doit inclure des procédures supplémentaires et des systèmes pour mener des travaux de révision/réparation sur des sites en dehors de l'atelier de réparation, le cas échéant.

4.4.1.2 Certificats et normes

L'attention du réparateur est attirée sur la nécessité de connaître les normes concernées de protection contre l'explosion et les certificats applicables à l'appareil qui doit être réparé ou révisé, incluant toute condition d'utilisation particulière, et de s'y conformer.

4.4.1.3 Compétence

Tout le personnel directement concerné par la réparation et/ou la révision de l'appareil doit être compétent ou dirigé par une personne compétente. Les compétences peuvent être spécifiques au type de travail.

Les évaluations de la formation et des compétences sont spécifiées à l'Annexe B.

Des formations appropriées et des évaluations doivent être entreprises à intervalles de temps dépendant de la fréquence d'utilisation de la technique ou de la qualification et des changements de normes ou de réglementation. L'intervalle de temps ne devrait pas dépasser, en principe, trois ans.

4.4.1.4 Réparation des composants

Lorsqu'un composant d'un appareil complet est prélevé sur le site pour réparation, tel qu'un rotor de machine tournante, et qu'il est impossible d'effectuer certains essais, le réparateur doit documenter les détails des réparations et les communiquer à l'utilisateur, avant de commencer la réparation.

NOTE Dans certains pays, des conséquences légales peuvent reposer sur l'évaluation de la possibilité d'exécuter ou non certaines actions ou essais.

4.4.1.5 Documents

4.4.1.5.1 Généralités

L'atelier de réparation doit chercher à obtenir de l'utilisateur ou du constructeur toutes les informations ou données nécessaires pour la réparation et/ou la révision de l'appareil. Celles-ci peuvent comprendre les informations relatives aux réparations, révisions ou modifications antérieures. L'atelier de réparation doit aussi disposer de la norme de protection contre l'explosion applicable et s'y référer.

NOTE Comme indiqué dans la quatrième édition de l'IEC 60079-0, il est exigé des constructeurs de préparer des instructions incluant la réparation.

Les données nécessaires pour la réparation et/ou la révision incluent généralement, mais de manière non limitative, les détails concernant:

- la spécification technique;
- les plans;
- le ou les modes de protection contre l'explosion;
- les conditions de fonctionnement (telles que l'environnement, l'alimentation (convertisseur), les lubrifiants, le service, etc.);
- les instructions de démontage et de remontage;
- les documents du certificat avec les limites de ce dernier (conditions spéciales d'utilisation), lorsque cela est spécifié;
- le marquage (y compris le marquage Ex);
- les méthodes recommandées pour l'installation/l'exploitation/l'entretien/la réparation/la révision de l'appareil;
- la liste des pièces détachées de remplacement;

- le résumé de l'historique précédent du produit réparé, comprenant les informations regroupées au 4.3.2;

Les informations peuvent être sujettes à des amendements.

L'atelier de réparation doit conserver des copies de toutes normes relatives à la protection contre l'explosion auxquelles l'appareil réparé/révisé est déclaré être conforme.

4.4.1.5.2 Rapport de travail destiné à l'utilisateur

A la fin du travail, des rapports de travail doivent être soumis à l'utilisateur (voir 4.3.2) pour être inclus dans le dossier de contrôle des utilisateurs, comprenant, au moins, les éléments suivants:

- le détail des défauts détectés;
- tous les détails du travail de réparation et de révision;
- la liste des parties remplacées ou remises en état;
- les résultats de toutes épreuves ou essais (suffisamment détaillés pour être utiles au prochain utilisateur, s'il les réclame, voir 4.3.2);
- une comparaison des résultats vis-à-vis des critères utilisés pour déterminer la conformité;
- une copie du contrat de l'utilisateur ou de la commande;
- une récapitulation du marquage appliqué, conformément à l'Annexe A.

Les rapports de travaux de réparations/révisions doivent être conservés pendant la durée déterminée en accord avec l'utilisateur. Les informations conservées doivent être contrôlées de façon adéquate pour assurer une restitution correcte.

Pour des réparations entreprises sans les documents conformes au 4.4.1.5.1, les informations suivantes doivent être introduites dans le rapport de réparation:

- un énoncé indiquant que la réparation est conforme aux instructions du constructeur ou aux exigences de la norme Ex applicable au type particulier de protection en fonction duquel l'appareil a été fabriqué à l'origine;
- un énoncé indiquant que le réparateur n'a pas de preuve suffisante de l'entière conformité avec les documents du certificat;
- un énoncé indiquant que toutes les conditions particulières d'utilisation n'ont pas été identifiées ou n'ont pas été considérées lors de la réparation ou de la révision.

4.4.1.5.3 Enregistrements de l'atelier de réparation

Les enregistrements suivants doivent être conservés par l'atelier de réparation:

- copies actuelles et passées des normes techniques correspondantes en ajoutant les normes de protection des explosions;
- certification des normes de qualité de l'atelier comprenant ce qui suit:
 - les détails du schéma d'assurance qualité des licences (en cas de détention d'une licence);
 - l'étalonnage des instruments d'essai;
 - les enregistrements des compétences et de la formation du personnel;
 - le système de contrôle des achats;
 - le système de gestion des réclamations des clients;
 - les documents d'audit interne et si nécessaire externe;
 - la revue de management;

- les procédures de commande de processus;
- le registre des plans du constructeur;
- enregistrements des travaux comprenant:
 - les étapes suivies pour obtenir les documents du certificat;
 - les enregistrements des contrôles mécaniques en conformité avec les normes correspondantes;
 - l'identification des défauts;
 - les enregistrements d'essai électrique avant et après réparation comprenant la traçabilité des instruments utilisés et les critères de succès/défaillance);
 - l'attestation de conformité pour le remplacement des composants;
 - la procédure de réemploi pour les composants réparés;
 - l'enregistrement de toute évaluation par la personne responsable avec la justification des décisions prises;
 - l'enregistrement des contrôles mécaniques pendant l'assemblage et après;
 - l'enregistrement du travail entrepris par l'atelier de réparation;
 - l'enregistrement de toute pièce de remplacement fabriquée par le réparateur.

L'enregistrement de la remise en état des composants réparés (4.4.2.2.2) doit, au moins, identifier les points suivants:

- a) l'identification du composant;
- b) le nom de l'organisme ayant effectué la remise en état;
- c) une justification détaillée du travail effectué;
- d) les différentes options considérées (par exemple, soudage, métallisation);
- e) les paramètres techniques, par exemple force de connexion;
- f) les raisons du choix de la technique retenue;
- g) les consommables utilisés et la méthode de stockage;
- h) le matériau de base;
- i) processus de remise en état considéré dans les instructions du constructeur;
- j) la procédure utilisée;
- k) l'identité et la compétence de l'opérateur;
- l) la procédure de contrôle utilisée, par exemple ultrasonique, par pénétration de colorant, rayons X;
- m) l'entretien et les détails d'étalonnage des systèmes automatiques;
- n) le détail des dimensions qui diffèrent de celles données dans les documents du certificat concernés ou des dimensions d'origine du composant;
- o) les dessins montrant les détails de la remise en état comprenant l'appareil retiré et remplacé;
- p) la date de la remise en état.

Ces enregistrements doivent être conservés pendant au moins dix ans ou selon accord avec l'utilisateur.

4.4.1.6 Pièces de rechange

4.4.1.6.1 Généralités

Il est préférable d'obtenir les nouvelles pièces chez le constructeur et le réparateur doit s'assurer que seules des pièces de rechange appropriées sont utilisées dans la réparation ou révision de l'appareil certifié. Selon la nature de l'appareil, ces pièces de rechange peuvent

être définies par le constructeur, par la norme de l'appareil ou par les documents du certificat s'y rattachant.

Le réparateur peut fabriquer des composants de rechange dans le cas où ceux-ci ne pourraient pas être fournis par le constructeur d'origine, si la spécification complète du composant est disponible et si le schéma d'assurance qualité du réparateur le permet. Les enregistrements de ce remplacement doivent être conservés et fournis à l'utilisateur.

4.4.1.6.2 Fermetures

Lorsque des boulons de remplacement sont utilisés, ils doivent être du même type, du même diamètre, du même pas et de même longueur, et au moins de la même résistance à la traction que ce qui est spécifié pour l'appareil d'origine.

Les rondelles, lisses ou crantées, ne seront pas placées sous des têtes de boulon, des têtes de vis ou des écrous à moins qu'ils ne soient spécifiés dans la documentation du certificat original ou dans le type de protection normal dans lequel l'équipement a été fabriqué.

4.4.1.6.3 Parties scellées

Les parties, dont la spécification de l'appareil et les documents du certificat exigent le scellement, ne doivent être remplacées que par des pièces de rechange spécifiques détaillées dans la liste des pièces.

NOTE Les dispositifs incorporés dans un appareil pour signaler l'intervention d'une tierce personne (par exemple scellements de sécurité) distincts de ceux exigés dans les documents du certificat n'entrent pas dans le domaine d'application de ce paragraphe.

4.4.1.7 Identification d'un appareil réparé

L'appareil doit être marqué pour identifier la réparation ou la révision et le nom du réparateur. Le marquage pour l'appareil réparé est donné à l'Annexe A.

Le marquage de l'appareil réparé peut être prévu sur une plaque séparée. Il peut être nécessaire de modifier, supprimer ou compléter le marquage comme suit.

- a) Si après réparation, révision, ou transformation, l'appareil est encore conforme aux restrictions imposées par la présente Norme et aux normes relatives au mode de protection suivant lesquelles l'appareil a été fabriqué, mais non nécessairement conforme aux documents du certificat, il convient généralement que le marquage ne soit pas retiré, et le symbole de réparation "R" doit être représenté dans un triangle inversé (voir l'Annexe A).
- b) Si, après réparation, révision, transformation ou modification, l'appareil a été modifié de telle sorte qu'il n'est plus conforme aux normes relatives aux modes de protection et aux documents du certificat, le marquage "Ex" et la marque de l'émetteur du certificat doivent être retirés de la plaque de certification, à moins qu'un certificat complémentaire n'ait été obtenu.
- c) Lorsque les normes correspondant à la fabrication de l'appareil certifié précédemment ne sont pas connues, les exigences de la présente Norme et l'édition courante des normes relatives au mode de protection concerné doivent s'appliquer. Une évaluation par une personne compétente dans le domaine des appareils protégés contre l'explosion doit être réalisée pour vérifier la conformité avec le niveau de sécurité correspondant avant que l'appareil ne sorte de l'atelier de réparation.

4.4.2 Remise en état

4.4.2.1 Généralités

Lorsque le processus de réparation implique une remise en état, les exigences du 4.4.1 s'appliquent, en plus des exigences du 4.4.2, pour les réparations et révisions.

4.4.2.2 Exclusions

Certains composants sont considérés comme ne pouvant pas être remis en état et sont donc exclus du domaine d'application de la présente Norme, par exemple:

- les composants constitués des matériaux suivants: verre, plastique ou tous matériaux qui ne sont pas dimensionnellement stables;
- les fermetures;
- les composants, par exemple les assemblages encapsulés, qui ont été signalés par le constructeur comme ne pouvant pas être réparés.

4.4.2.2.1 Exigences

4.4.2.2.2 Généralités

Toute remise en état doit être effectuée par un personnel formé, expert dans le procédé employé, respectant les règles de l'art (voir l'Annexe B). Si un quelconque procédé breveté est utilisé, il convient que les instructions de l'inventeur d'un tel procédé soient suivies.

Toute remise en état doit être documentée conformément au 4.4.1.5.3.

Si une remise en état est effectuée par une autre personne que l'utilisateur, celui-ci doit être en possession d'une copie de l'enregistrement.

4.4.2.2.3 Responsabilités

Si des remises en état sont sous-traitées par l'atelier de réparation auprès d'un industriel spécialisé, elles doivent l'être sous la responsabilité de l'atelier de réparation.

4.4.2.2.4 Procédés de remise en état

4.4.2.2.5 Généralités

Ce qui suit souligne certains procédés de remise en état qui peuvent être utilisés pour l'appareil protégé contre l'explosion.

Il convient de noter que les procédés ne sont pas tous applicables à tous les modes de protection. Des instructions détaillées sont données dans les articles concernés de la présente Norme.

Les retraits de métal doivent être minimisés et être juste suffisants pour éliminer les défauts nécessitant une réparation et donner l'épaisseur du revêtement minimale recommandée pour la technique utilisée.

NOTE 1 D'après les guides de l'industrie, le retrait jusqu'à 2 % de l'épaisseur du métal ou 0,5 mm, en considérant la valeur la plus élevée, pour la métallisation et jusqu'à 20 % pour la soudure, n'affectera pas significativement la résistance du composant.

NOTE 2 Il convient que le retrait d'une plus grande épaisseur du matériau ne soit effectué qu'après avoir dûment consulté le constructeur ou qu'elle soit déterminée par le calcul quand le constructeur n'existe plus.

Le réparateur doit s'assurer, à l'issue de la remise en état, que l'appareil est totalement en condition de bon fonctionnement et qu'il est conforme aux normes applicables au mode de protection. Cette conformité doit être enregistrée par l'atelier de réparation et conservée dans les dossiers de travail.

4.4.2.2.6 Métallisation

Cette méthode ne doit être utilisée que si l'étendue de l'usure ou du dommage, en plus de l'usinage nécessaire pour préparer le composant pour la remise en état, n'a pas affaibli celui-ci en dessous des limites de sécurité. Une métallisation, bien qu'elle augmente quelque peu

la rigidité, ne doit pas être prise en compte dans l'appréciation de la résistance. En effet, l'usinage avant l'application du métal d'apport peut introduire une tension qui pourra affaiblir encore le composant.

NOTE La métallisation n'est pas recommandée dans les cas où la vitesse tangentielle dépasse 90 m/s.

4.4.2.2.7 Dépôt électrolytique

Le dépôt électrolytique est un procédé acceptable pourvu que l'élément ne soit pas affaibli en dessous des limites de sécurité. Les procédés détaillés pour le chrome et le nickel sont donnés respectivement dans l'ISO 6158 et l'ISO 4526.

4.4.2.2.8 Chemisage

Cette méthode ne doit être utilisée que si l'usure ou le dommage, en plus de l'usinage nécessaire pour préparer l'élément pour la remise en état, n'affaiblissent pas celui-ci en dessous des limites de sécurité. Il convient qu'une chemise, bien qu'elle augmente quelque peu la rigidité, ne soit pas prise en compte dans l'appréciation de la résistance.

4.4.2.2.9 Brasage et soudage

La remise en état par brasage ou soudage ne doit être considérée que si la technique employée assure la fusion et la pénétration correctes de la brasure ou de la soudure dans le métal de base, avec comme résultat un renforcement suffisant, une prévention des déformations, une diminution des tensions et une absence de boursouflures. Il convient de savoir que le brasage et le soudage portent la température du composant à un niveau élevé et peuvent provoquer la propagation des fissures de fatigue.

Les techniques suivantes de soudage sont reconnues par la présente norme:

- MMA: Soudage manuel avec électrode de métal (*Manual metal arc*)
- MIG: Soudage avec électrode de métal sous gaz inerte (*Metal inert gas*)
- TIG: Soudage avec électrode de tungstène sous gaz inerte (*Tungsten inert gas*)
- Soudage à l'arc: Submergé avec électrode de métal avec couche de flux
- Fil chaud

D'autres techniques doivent être utilisées dans les remises en état après une consultation en bonne et due forme avec le constructeur ou, le cas échéant, avec l'autorité de certification.

4.4.2.2.10 Suture métallique

La remise en état à froid d'une cassure sur pièce moulée par la technique de fermeture de la cassure avec des points de suture en alliage au nickel et un scellement de la fissure par des alliages de nickel peut être admissible pour une épaisseur convenable de la pièce moulée.

4.4.2.2.11 Trous taraudés des fermetures

Les taraudages qui ont été endommagés au-delà de l'acceptable peuvent être remis en état, en fonction du mode de protection, par les moyens suivants:

- par un perçage plus grand et un retaraudage;
- par un perçage plus grand, un retaraudage et la mise en place d'un insert approprié qui satisfera à l'essai de traction comme spécifié par le constructeur de l'insert fileté;
- par un perçage plus grand, un bouchon¹, un reperçage et un retaraudage;
- par un bouchon¹, un reperçage et un taraudage à d'autres endroits;

¹ Les bouchons doivent être fermement fixés.

- par un bouchon soudé, un reperçage et un taraudage.

4.4.2.2.12 Réusinage

Le réusinage des surfaces usées ou endommagées ne doit être considéré que si:

- le composant n'est pas affaibli au-delà des limites de sécurité;
- l'intégrité de l'enveloppe est conservée;
- l'état de surface exigé est réalisé.

4.4.3 Transformations et modifications

4.4.3.1 Transformations

Lorsque le processus de réparation implique une transformation, les exigences du 4.4.1 s'appliquent, en plus des exigences du 4.4.3, pour les réparations et révisions.

Aucune transformation ne doit être effectuée sur un appareil, sauf si celle-ci est permise dans les documents du Certificat. Si les documents du certificat ne sont pas à la disposition du réparateur, la transformation proposée est confirmée par écrit par le constructeur pour être considérée comme autorisée par le certificat. Les articles suivants de la présente Norme donnent des instructions détaillées concernant les transformations dans le cadre des différents modes de protection.

4.4.3.2 Modifications

L'utilisateur doit être informé par écrit et ses instructions écrites doivent être obtenues si une modification est proposée et qu'elle rend l'appareil non conforme aux documents du certificat. Si la modification est effectuée, l'appareil ne peut plus être utilisé en atmosphère explosive, sans une nouvelle évaluation. Si la réparation est effectuée, et que la nouvelle évaluation n'est pas réalisée, le marquage doit être retiré ou modifié de façon à indiquer clairement que l'appareil n'est pas conforme au certificat d'origine. En outre, le rapport à l'utilisateur doit clairement indiquer les caractéristiques technologiques de la modification et que l'appareil n'est pas approprié à une utilisation en atmosphère explosive, sans une nouvelle évaluation.

NOTE 1 "Le terme "évaluation" peut inclure la certification de l'appareil modifié par un tiers, mais ceci peut ne pas être pratiqué dans toutes les situations. Lorsque cela ne peut pas être pratiqué, des évaluations par des personnes compétentes peuvent être acceptées par l'utilisateur.

NOTE 2 Dans le cas où les marquages seraient retirés, il conviendrait de tout mettre en œuvre pour maintenir la traçabilité du produit en ayant consulté l'utilisateur.

4.4.4 Réparations temporaires

Une réparation temporaire ayant pour but de maintenir le fonctionnement de l'appareil pendant une courte durée ne doit être réalisée que si la conservation des aspects de protection contre l'explosion est assurée, ou que si d'autres mesures sont prises tant que l'appareil n'est pas complètement restauré. Certaines réparations temporaires peuvent, de ce fait, être interdites. Une réparation temporaire doit être transformée en une réparation complète sur la base des normes dès que cela est raisonnablement possible.

4.4.5 Parc de machines tournantes

4.4.5.1 Enlèvement des enroulements endommagés

Le procédé de ramollissement des vernis d'imprégnation des enroulements avec les solvants avant d'enlever les enroulements est acceptable.

L'autre procédé, qui consiste à chauffer pour faciliter l'enlèvement des enroulements, est acceptable pourvu que l'opération soit effectuée avec soin pour ne pas endommager l'isolation entre les tôles du circuit magnétique.

L'enlèvement des enroulements par chauffage sur un appareil doté d'un mode de protection "e", ainsi que, quelque soit le mode de protection, sur un appareil ayant une classe de température T6, T5 ou T4, nécessite des précautions particulières.

NOTE Il est recommandé de demander des conseils au constructeur concernant la construction du circuit magnétique et le matériau d'isolation entre les tôles, si cela est nécessaire.

L'application de flammes nues sur le circuit magnétique n'est pas acceptable parce qu'elle peut endommager l'isolation entre les tôles de celui-ci.

La nécessité de cette précaution particulière dans ces circonstances provient du fait qu'une augmentation des pertes dans la partie magnétique qui peut provenir d'une dégradation de l'isolation entre tôles, peut affecter de façon significative les paramètres de la sécurité "e" (durée t_E , etc.) ou donner un dépassement des classes de température.

Le réparateur doit s'assurer, comme dans tous les procédés de remise en état, qu'à l'issue de celle-ci, l'appareil répond pleinement aux conditions de bon fonctionnement et aux normes relatives à la protection contre l'explosion le concernant (voir aussi 4.4.2.2.4).

4.4.5.2 Exigences complémentaires

Avant de remettre une machine tournante rebobinée ou réparée à l'utilisateur, l'atelier de réparation doit s'assurer que les orifices du capot du ventilateur ne sont pas obturés ou endommagés au point de diminuer le passage de l'air de refroidissement sur la machine, et que, le cas échéant, les jeux du ventilateur sont conformes aux exigences des normes applicables au appareil. Si un ventilateur ou son capot est endommagé au point de nécessiter un remplacement, la pièce de remplacement doit être obtenue du constructeur. Si elle n'est pas disponible, elle doit être aux mêmes dimensions et d'une qualité au moins égale à celle des pièces d'origine. Il doit être tenu compte, le cas échéant, des exigences de la norme de l'appareil pour éviter des étincelles de friction et des charges électrostatiques, ainsi que de l'environnement chimique dans lequel la machine est utilisée.

4.4.5.3 Lubrifiants et inhibiteurs de corrosion

Si des lubrifiants spéciaux sont requis, il convient que les réparateurs "tierce-partie", ayant été invités à travailler sur une machine tournante, en soient informés par l'utilisateur. On attire l'attention sur le choix adéquat et l'application correcte des lubrifiants et des inhibiteurs de corrosion, par exemple:

- aucune migration dans des parties électriques non isolées ne doit se produire;
- la température d'inflammabilité du lubrifiant ou de l'inhibiteur de corrosion doit dépasser la classe de température de l'appareil sur lequel il doit être appliqué;
- l'environnement dans lequel l'appareil est utilisé doit être considéré;
- l'application ne doit pas favoriser la transmission de flamme ou annihiler le mode technique de protection.

4.4.6 Convertisseurs

On attire particulièrement l'attention sur la nécessité de prendre des précautions quand un convertisseur est associé à une machine tournante "Ex", afin de s'assurer que cela est fait uniquement si la combinaison prévue du convertisseur et de la machine tournante est spécifiée dans le certificat ou dans les documents du constructeur de la machine tournante.

Si une machine tournante est alimentée par un convertisseur, il convient que les réparateurs "tierce-partie", ayant été invités à travailler sur celle-ci, en soient informés par l'utilisateur.

5 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision d'appareils avec le mode de protection "d" (enveloppes antidéflagrantes)

5.1 Application

Le présent Article contient des exigences détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la transformation des appareils avec le mode de protection "d". Il convient de le lire conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives aux appareils auxquelles il convient de se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil Ex "d" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine (voir IEC 60079-1).

5.2 Réparation et révision

5.2.1 Enveloppes

5.2.1.1 Généralités

Il est préférable d'obtenir des pièces neuves du constructeur. On doit porter une attention particulière à l'assemblage correct des enveloppes antidéflagrantes après la réparation ou la révision pour que les joints antidéflagrants soient conformes aux exigences de la norme correspondante et, le cas échéant, aux documents du certificat. Si les joints antidéflagrants n'ont pas de garniture et si les documents du constructeur ne traitent pas de la protection des joints, sauf pour la protection contre la pénétration, alors seulement de la graisse ne faisant pas prise ou des agents anticorrosifs sans solvants d'évaporation doivent être utilisés ou d'autres méthodes de protection selon l'IEC 60079-14.

La corrosion ou la déformation des pièces doit être évaluée pour s'assurer que toutes les ouvertures d'origine ou les interstices de l'enveloppe n'ont pas dépassé les limites de finition des surfaces et les interstices des assemblages antidéflagrants.

Lorsque des garnitures, qui ne sont pas des éléments du passage de flamme, sont incorporées dans le joint antidéflagrant, on doit les remplacer par les mêmes matériaux et aux mêmes dimensions que l'original. On doit en référer au constructeur de l'appareil, à l'utilisateur ou à l'autorité chargée de la certification pour toute proposition de modification du matériau.

Le perçage de trous dans l'enveloppe est une modification et il ne doit être réalisé qu'en se référant aux plans certifiés du constructeur ou, dans des circonstances exceptionnelles (par exemple carence du constructeur), à l'autorité chargée de la certification.

NOTE On devrait faire attention aux modifications de la finition de surface, peinture, etc., parce qu'elles peuvent affecter la température de surface de l'enveloppe et, par conséquent, la classe de température.

5.2.1.2 Essai de surpression

Un essai de surpression doit être conduit dans le cas où des réparations structurales de l'enveloppe auraient eu lieu ou si l'intégrité de l'enveloppe est mise en doute.

L'essai doit être effectué sous 1,5 fois la pression de référence stipulée dans les documents du certificat et maintenue pendant au moins 10 s. Si la pression de référence n'est pas stipulée, les enveloppes du Groupe I sont à soumettre aux essais sous 1 000 kPa, celles des Groupes IIA et IIB sous 1 500 kPa et celles du Groupe IIC sous 2 000 kPa. Les critères d'acceptation/de refus doivent inclure l'évaluation des dommages structuraux, mesurés au centre géographique d'un panneau de l'enveloppe. Après l'essai de surpression, des surfaces en regard des assemblages antidéflagrants doivent être mesurées pour vérifier qu'il n'y a aucune déformation permanente.

Pour des enveloppes avec des joints antidéflagrants filetés, où la forme de filet ne peut pas être vérifiée, un essai de surpression doit être réalisé.

Dans le cas où des essais de surpression sont effectués sur des moteurs ou des enveloppes refroidis par eau, les essais doivent être faits avec la chemise d'eau sèche et ouverte sur l'atmosphère.

5.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées dans les enveloppes antidéflagrantes doivent être conformes, après réparation ou révision, aux conditions spécifiées dans la norme appropriée de l'appareil et/ou dans les documents du certificat, s'il y a eu certification.

5.2.3 Bornes de raccordement

Lors de la réfection des bornes on doit faire attention à maintenir les lignes de fuites et les distances dans l'air. Il convient d'obtenir du constructeur les pièces de remplacement de toute borne, traversée ou partie, sinon ces éléments doivent être conformes aux normes applicables à l'appareil et/ou aux documents du certificat, s'il y a eu certification.

5.2.4 Isolation

Une classe d'isolation identique ou supérieure à celle donnée à l'origine doit être utilisée. Par exemple, un enroulement isolé avec un matériau de classe B (130 °C) peut être réparé en utilisant un matériau de classe F (155 °C) (voir l'IEC 60085). Toutefois, dans cet exemple, l'élévation autorisée de la température du moteur demeure celle de la classe B (130 °C).

NOTE Le moteur exigera une nouvelle certification, si sa puissance est accrue.

5.2.5 Connexions internes

Il n'existe pas d'exigence particulière en ce qui concerne ce mode de protection, mais on doit utiliser pour la réparation des connexions internes répondant à une norme au moins équivalente à celle de la conception d'origine.

5.2.6 Enroulements

5.2.6.1 Généralités

Les spécifications d'origine des enroulements doivent être, de préférence, obtenues du constructeur. Lorsque cela n'est pas possible (c'est-à-dire, les spécifications d'origine ne sont pas disponibles de la part du constructeur), les techniques du rebobinage conforme peuvent être utilisées, incluant la détermination des raccordements des enroulements, la dimension des conducteurs, le nombre de tours, le pas de bobinage, la saillie des enroulements, et peut inclure une détermination de la résistance des bobinages d'origine. Les matériaux utilisés lors du rebobinage doivent correspondre à un système d'isolation approprié. Si une isolation supérieure à celle d'origine est proposée, on ne doit pas augmenter les caractéristiques assignées de l'enroulement sans avis du constructeur, sinon cela pourrait avoir une incidence défavorable sur la classe de température de l'appareil.

5.2.6.2 Réparation des rotors des machines tournantes

Un rotor à barres défectueux doit être remplacé par un rotor neuf produit par le constructeur d'origine ou réparé en utilisant des matériaux de spécification identique. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des barres du rotor à cage, un bon ancrage de ces barres dans les encoches. Il convient de mettre en œuvre la méthode d'ancrage utilisée par le constructeur.

Un rotor à cage moulé sous pression défectueux doit être remplacé par un rotor neuf, produit par le constructeur d'origine.

Si le constructeur d'origine ne peut plus fournir de rotor de remplacement, il est possible de réaliser un nouvel enroulement de rotor avec des caractéristiques identiques à l'original.

NOTE Des caractéristiques identiques impliquent des matériaux et des caractéristiques dimensionnelles de la bague de court-circuit et des dispositifs d'assistance à la ventilation.

Les dommages à la surface externe de la bague de court-circuit d'un rotor moulé sous pression, y compris les dispositifs d'assistance à la ventilation, peuvent être réparés.

5.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

5.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle, les enroulements doivent, de préférence après remontage de l'appareil, être soumis aux vérifications et essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Il convient que la résistance de l'enroulement de remplacement ne diffère pas de la résistance de l'enroulement d'origine de plus de 5 %. Dans le cas d'enroulements polyphasés, les résistances de chaque phase ou entre bornes doivent être équilibrées. Un déséquilibre (c'est-à-dire une différence entre les valeurs les plus hautes et les plus basses) doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Si la résistance de l'enroulement réparé diffère de plus de 5 % de celle de l'enroulement d'origine (obtenue à partir des données du constructeur d'origine, de la mesure d'un enroulement intact, ou déduite par le calcul de l'enroulement endommagé), des essais thermiques supplémentaires peuvent être requis afin de confirmer que la classe d'isolation et la classe de température annoncées sont toujours conformes.

NOTE 2 Au cas où la résistance de l'enroulement ne serait pas équilibrée, il conviendrait de faire vérifier par une personne compétente que ce moteur particulier convient bien à l'application prévue.

- b) Un essai de résistance d'isolement doit être fait en mesurant la résistance entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la terre. Une tension d'essai minimale de 500 V en courant continu est recommandée.

La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type de l'appareil et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.

NOTE 3 Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 M Ω à 20 °C, pour un appareil entièrement rebobiné, prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.

- c) Un essai diélectrique conforme à la norme applicable de l'appareil doit être réalisé entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rapportent.
- d) Le transformateur ou appareil analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. La valeur mesurée doit être comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; dans la mesure du raisonnable, elles doivent être équilibrées entre phases pour les installations polyphasées.
- e) L'appareil haute tension (par exemple, 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu), ainsi que l'appareil spécial, peuvent nécessiter des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE 4 Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

5.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La machine doit être mise en marche à la vitesse assignée et à la tension assignée pour vérifier la température des paliers, le bruit ou les vibrations et les valeurs de courant à vide. On doit rechercher et éliminer la cause de toute augmentation de température de palier préjudiciable, de tout bruit anormal et/ou vibration anormale. Le déséquilibre du courant à vide doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Lorsque la vitesse assignée est une plage de valeurs, il convient de faire l'essai à la vitesse la plus élevée possible de cette plage.

- b) Le rotor étant calé, on doit alimenter les enroulements statoriques des machines à cage sous une tension réduite, de manière à obtenir entre 75 % et 125 % du courant à pleine charge et de s'assurer de l'équilibre des phases. (Cet essai, qui est en quelque sorte une variante de l'essai à pleine charge, est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses connexions et à déceler des défauts rotoriques). Le déséquilibre doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 2 Dans le cas où cet essai ne serait pas raisonnablement réalisable, il conviendrait d'utiliser d'autres moyens de vérification.

- c) Les machines à haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ou sans cage, peuvent nécessiter une variante des essais, ou des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE 3 Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

5.2.6.4 Capteurs de température

5.2.6.4.1 Enroulements réparés

Si des capteurs de température enfouis ont été inclus pour surveiller les températures d'enroulement, il est recommandé que les éléments de remplacement aient les mêmes caractéristiques que les capteurs d'origine et qu'ils soient noyés dans l'enroulement réparé avant imprégnation et cuisson.

5.2.6.4.2 Révision

Il est recommandé de vérifier les capteurs de température et en cas de défectuosité de les remplacer à l'occasion de toute révision. Si le remplacement est exigé, les capteurs de température doivent être tels que spécifiés dans les documents préparés conformément à l'IEC 60079-0, et doivent être installés comme cela est stipulé dans ces documents. Le remplacement des capteurs de température enfouis défectueux lors d'une révision, exigés par les documents du certificat, nécessitera un rebobinage.

NOTE Si les documents ne sont pas disponibles ou si des capteurs de température identiques ne sont pas disponibles, il convient que la personne responsable évalue et documente l'acceptabilité du remplacement.

5.2.7 Appareil auxiliaire

5.2.7.1 Freins antidéflagrants

Si un frein antidéflagrant fixé à une machine tournante est également certifié et a besoin d'être réparé, il est recommandé qu'il soit retourné chez le constructeur avec la machine. Cette procédure est recommandée à cause des contraintes serrées de construction. Cependant, des réparations autres que celles faites par le constructeur sont possibles par les ateliers de réparation, à condition que ceux-ci soient en possession des plans et informations nécessaires du constructeur ou se réfèrent à la norme relative au mode de protection.

5.2.7.2 Autres dispositifs auxiliaires

Lorsque des dispositifs auxiliaires sont basés sur différents modes de protection, les articles correspondants de la présente Norme doivent être consultés avant toute réparation.

5.2.8 Parties transparentes ou translucides

Aucune tentative de recoller ou de réparer des parties transparentes ou translucides ne doit être faite, et seul le remplacement complet de l'ensemble, comme spécifié par le constructeur, doit être fait. Les parties transparentes ou translucides en matière plastique ne doivent pas être nettoyées avec des solvants. Les détergents de ménage sont recommandés à cet effet.

5.2.9 Parties encapsulées

Les parties encapsulées (par exemple des interrupteurs dans des luminaires) ne sont généralement pas considérées comme pouvant être réparées.

5.2.10 Batteries

Les indications du constructeur doivent être suivies lorsque des piles ou accumulateurs sont utilisés.

5.2.11 Lampes

Le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée.

NOTE Il convient que la position d'un éventuel réflecteur, ou la distance entre la lampe et la fenêtre, soit maintenue.

5.2.12 Douilles

Les éléments de remplacement listés par le constructeur doivent être utilisés, s'ils sont disponibles. Si ces éléments ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil aux normes relatives au mode ou aux modes de protection considérés.

5.2.13 Ballasts

Les inductances et les condensateurs ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur, s'ils sont disponibles. Si ces composants ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil ou des composants remplacés et aux type(s) de protection standard.

5.2.14 Dispositifs de respiration

Les dispositifs de respiration doivent être entretenus afin de maintenir les propriétés de protection contre l'explosion de l'enveloppe conformément aux documents. Si ces documents ne sont pas disponibles, les dispositifs de respiration ne doivent être remplacés que par les éléments énumérés dans les documents du certificat. Si les dispositifs de respiration comportent un certificat de composant "Ex", seule une pièce dûment certifiée et dimensionnée peut être utilisée.

5.3 Remise en état

5.3.1 Généralités

Les remises en état utilisant les techniques spécifiées en 4.4.2 peuvent être utilisées avec le mode de protection "d" sous réserve des restrictions suivantes du présent Article.

5.3.2 Enveloppes

5.3.2.1 Composants

Les composants d'enveloppes antidéflagrantes remis en état ne doivent être utilisés que s'ils satisfont à l'épreuve de surpression applicable, le cas échéant. Les sutures métalliques ne doivent pas être utilisées.

Les dommages aux composants, qui ne sont pas des parties intégrantes de l'enveloppe antidéflagrante, par exemple des pattes d'attache, peuvent être réparés par soudage ou suture métallique, mais en prenant des précautions pour s'assurer que l'intégrité et la stabilité

de l'appareil ne sont pas altérées. Il importe tout particulièrement de vérifier qu'aucune fissure, une fois réparée, ne s'étend à l'enveloppe antidéflagrante.

L'efficacité d'une remise en état ou d'une réparation par soudage peut par ailleurs être évaluée par des considérations relatives aux matériaux de base, par exemple aluminium ou acier. Si des doutes existent, le réparateur doit demander conseil, de préférence au constructeur, avant d'adopter cette technique. Le soudage d'enveloppe antidéflagrante en fonte n'est pas autorisé sans approbation d'un expert métallurgiste.

Dans le cas où un boulon à tête pyramidale ou ronde serait utilisé, la surface autour du trou doit être usinée localement pour s'assurer que l'axe perpendiculaire à la tête du boulon est normal à la surface, sauf indication contraire du constructeur.

5.3.2.2 Joints antidéflagrants

Les joints antidéflagrants endommagés ou corrodés doivent être usinés après consultation du constructeur, dans la mesure du possible, mais uniquement si l'interstice et la longueur du joint ne sont pas altérés au point de ne plus répondre aux documents du certificat. Si les documents du certificat ne sont pas disponibles, des conseils supplémentaires doivent être pris dans l'Annexe C.

- a) Joints plans: le soudage, le dépôt électrolytique et le réusinage des joints plans peuvent être autorisés sans oublier, toutefois, les limites de ces techniques (voir Article 4). L'utilisation des techniques de métallisation est autorisée à condition que la force d'arrachement soit supérieure à 40 MPa.
- b) Joints cylindriques et à emboîtement: l'usinage de la partie mâle nécessite l'apport de métal et l'usinage de la partie femelle (ou vice versa) et, par conséquent, la vérification que les dimensions du joint (assemblage antidéflagrant) satisfont à la norme de l'appareil et, le cas échéant, aux documents du certificat. Lorsqu'une partie seulement est endommagée, elle peut être remise à la dimension d'origine par apport de métal et usinage. L'apport de métal peut être fait par dépôt électrolytique, chemisage ou soudage, mais les techniques de métallisation dont la force d'arrachement est inférieure à 40 MPa ne sont pas recommandées.
- c) Joints filetés:
 - 1) Entrées de câbles et de conduits: il n'est pas recommandé de remettre en état des parties mâles filetées; on doit utiliser de nouveaux composants. Les trous taraudés endommagés peuvent être remis en état en utilisant les techniques de soudage MMA, MIG et TIG;
 - 2) Couvercles vissés: la remise en état de la partie filetée des couvercles vissés et des logements associés peut être possible en utilisant les techniques de soudage MMA, MIG et TIG.

5.3.2.3 Trous taraudés des fermetures

La remise en état des trous taraudés endommagés doit être réalisée en utilisant les techniques décrites en 4.4.2.2.11.

5.3.3 Chemisage

Il convient de veiller à ne pas introduire un passage de flamme de plus. La chemise doit être fermement maintenue.

5.3.4 Arbres et logements

Les arbres et les logements de paliers ayant des joints antidéflagrants peuvent être remis en état par dépôt électrolytique, métallisation, chemisage ou soudage (sauf MMA). Tout usinage ultérieur doit amener les dimensions du joint (assemblage antidéflagrant) à celles requises par la norme de l'appareil et/ou par les documents du certificat, suivant le cas. Si les documents du certificat ne sont pas disponibles, des conseils supplémentaires doivent être

pris dans l'Annexe C. Le soudage peut convenir à condition de tenir compte des limites de cette technique (voir 4.4.2.2.9).

5.3.5 Paliers lisses

Les surfaces des paliers lisses peuvent être remises en état par dépôt électrolytique, métallisation ou soudage (excepté MMA).

5.3.6 Rotors et stators

Si des rotors et des stators doivent être rectifiés pour supprimer des décentremments et des dommages superficiels, l'augmentation résultante de l'entrefer entre le rotor et le stator peut générer des modifications de caractéristiques des phénomènes de pré-compression ou une élévation de la température de surface externe, ce qui pourrait alors conduire à dépasser la classe de température de la machine. S'il existe des incertitudes concernant les effets néfastes possibles sur la classe de température ou sur les phénomènes de pré-compression, le réparateur doit demander des conseils, de préférence au constructeur, avant d'adopter ce procédé.

Les circuits magnétiques des stators rectifiés ou endommagés doivent être soumis à un "essai de flux" afin de s'assurer qu'il ne subsiste pas de points chauds pouvant influencer de façon néfaste sur la classification en température ou entraîner des dommages ultérieurs aux enroulements statoriques. Cet "essai de flux" doit être effectué à 1,5 Tesla et les conditions d'essai doivent être enregistrées avec le résultat.

5.4 Transformations et modifications

5.4.1 Enveloppes

Aucune modification affectant la protection contre l'explosion ne doit être effectuée sur les parties d'une enveloppe antidéflagrante sans tenir compte des documents du certificat et/ou de l'avis du constructeur ou, dans des cas exceptionnels (par exemple, carences du constructeur), de l'autorité chargée de la certification.

5.4.2 Entrées de câbles et de conduits

On ne doit pas faire d'entrées supplémentaires sans se référer aux documents du certificat et/ou au constructeur ou, dans des circonstances exceptionnelles, par exemple en cas de carence du constructeur, à l'autorité chargée de la certification.

Une entrée indirecte, où les conducteurs extérieurs sont raccordés au moyen d'une fiche et d'une prise ou à l'intérieur d'une boîte de raccordement, ne doit pas être transformée en entrée directe, c'est-à-dire lorsque les conducteurs extérieurs et les câbles sont raccordés à l'intérieur de l'enveloppe principale.

5.4.3 Bornes de raccordement

Les assemblages de bornes formant un joint antidéflagrant ne doivent pas être modifiés, par exemple, bornes avec des traversées entre la boîte à borne et l'enveloppe principale. Les assemblages de bornes ne formant pas un joint antidéflagrant peuvent être remplacés par des variantes de conception et de construction suffisantes en termes de nombre, capacités de courant, lignes de fuite et distances dans l'air, et en qualité.

5.4.4 Enroulements

Si un appareil doit être rebobiné pour une autre tension, il doit être tenu compte de l'avis du constructeur. Dans ce cas, on doit s'assurer, par exemple, que la saturation magnétique, les densités de courant et les pertes ne sont pas augmentées, que les nouvelles distances dans l'air et lignes de fuite sont conformes et que la nouvelle tension reste dans les limites des

documents du certificat. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

Le rebobinage d'une machine tournante pour une vitesse différente ne doit être effectué qu'après en avoir référé au constructeur, parce que les caractéristiques électriques et thermiques peuvent se trouver modifiées au point de sortir des limites imposées par la classe de température assignée.

5.4.5 Appareil auxiliaire

Dans les cas où un équipement auxiliaire est nécessaire, par exemple des radiateurs anti-condensation ou des détecteurs de température, le constructeur doit être consulté sur la possibilité de la modification proposée et le procédé à mettre en œuvre.

6 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "i" (sécurité intrinsèque)

6.1 Application

Le présent Article contient des exigences détaillées supplémentaires pour la réparation, la révision, la remise en état, la transformation et la modification des appareils dotés du mode de protection "i". Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives à l'appareil auxquelles on doit se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil Ex "i" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine.

NOTE 1 La sécurité intrinsèque peut être certifiée selon trois catégories, Ex ia, Ex ib et Ex ic. Cependant, les exigences pour la réparation et la révision s'appliquent à toutes les catégories indépendamment de la zone dangereuse (c'est-à-dire zone 0, zone 1 ou zone 2), où l'appareil est installé. De plus, la sécurité des systèmes de sécurité intrinsèque dépend de tous les appareils qui les composent et du câblage des interconnexions. Il convient de donner la même importance aux parties du système installées hors zone dangereuse qu'à celles installées en zone dangereuse.

NOTE 2 Du fait de la nature critique de la conception des circuits et des exigences spécifiques des composants associées au mode de protection "i", la réparation en l'absence de documents du certificat peut être inadéquate (se reporter à l'Article 4.1). Dans le cas où les composants de sécurité ne seraient pas bien définis dans les documents du certificat, les réparations électriques pourraient affecter la sécurité intrinsèque.

NOTE 3 Des revêtements enrobant supplémentaires peuvent être requis, du fait que la corrosion et le manque de propreté peuvent inhiber la sécurité intrinsèque.

6.2 Réparation et révision

6.2.1 Enveloppes

Lorsque les enveloppes des appareils de sécurité intrinsèque et des appareils associés sont exigées du fait que la sécurité intrinsèque en dépend, les activités de réparation et de révision ne doivent pas réduire la protection contre la pénétration (IP) apportée par l'enveloppe.

6.2.2 Presse-étoupe

Des presse-étoupe sont utilisés pour maintenir le degré de protection contre la pénétration de l'enveloppe. Toute réparation ne doit pas réduire le degré de protection contre la pénétration.

6.2.3 Bornes de raccordement

Lors de la réfection des logements de raccordement, toute borne doit normalement être remplacée par une borne de même type. Lorsque le même type n'est pas disponible, tout autre type utilisé doit satisfaire aux exigences relatives aux lignes de fuites (conformément à l'IRC) et aux distances dans l'air telles qu'elles sont spécifiées dans la norme pour la tension

maximale de l'appareil, ainsi qu'à la séparation exigée par la norme de manière à éviter des liaisons accidentelles.

Les connexions à la terre / les liaisons de terre primaires et redondantes, internes et externes à l'appareil à sécurité intrinsèque doivent être entièrement rétablies, si nécessaire, à la fin des réparations.

NOTE La mise à la terre est une considération très importante pour la sécurité intrinsèque, et un raccordement à la terre dupliqué ou triplé peut être une exigence des documents du certificat relatif à un appareil à sécurité intrinsèque.

6.2.4 Connexions soudées

S'il est nécessaire d'effectuer des réparations requérant des techniques de soudage, on doit s'assurer que les principes de la certification sont toujours valables.

Dans le cas où l'on jugerait qu'il est possible d'entreprendre des réparations, les points devant être considérés comprennent:

- la compatibilité de la méthode de soudure avec les documents;
- la compatibilité des matériaux de soudure avec les documents;
- l'entretien et la vérification des distances dans l'air et des lignes de fuite;
- les processus de soudure;
- le nettoyage et la restauration des revêtements avec leurs propriétés d'origine et en particulier leurs propriétés thermiques.

À la fin du travail de soudure, les résidus de flux et toutes les éclaboussures de soudure doivent être retirés.

NOTE 1 Des revêtements enrobant supplémentaires peuvent être requis, du fait que la corrosion et le manque de propreté peuvent inhiber la sécurité intrinsèque.

Tout revêtement enrobant endommagé pendant ce travail doit être réparé avec un revêtement d'origine ou avec un revêtement de mêmes propriétés thermiques que celui d'origine, à condition qu'il ne réagisse pas avec d'autres matériaux de la carte.

NOTE 2 Les exigences de base et les moyens requis pour l'application des revêtements sont donnés par l'IEC 60079-11.

6.2.5 Fusibles

Le remplacement d'un fusible dans un appareil à sécurité intrinsèque doit être effectué par un composant ayant des caractéristiques identiques ou par toute autre option identifiée dans les documents du certificat. Le remplacement d'un fusible ne doit être fait que dans le cas où il serait facilement accessible.

Du côté alimentation d'un appareil associé, si le remplacement par un fusible identique n'est pas possible, il peut être remplacé par un élément de substitution, qui doit avoir:

- le même calibre;
- au moins la même capacité de coupure;
- la même caractéristique temps/courant
- le même type de construction;
- les mêmes dimensions.

Lorsque cela n'est pas possible, une évaluation des effets du choix du fusible sur la sécurité intrinsèque doit être effectuée par la personne responsable. Voir 4.4.1.5.3.

NOTE Le remplacement d'un fusible dans des barrières de sécurité encapsulées ou dans des blocs de batteries encapsulés (ou similaires) n'est pas approprié.

6.2.6 Relais

Lorsqu'un relais est remplacé, il doit être par un relais aux caractéristiques identiques ou par un relais identifié dans les documents du certificat.

6.2.7 Barrières de sécurité à diodes et isolateurs galvanique

Aucune tentative de réparation ne doit être faite sur ces appareils. Lorsque bces appareils sont remplacés, le dispositif de remplacement doit avoir toujours la même description de sécurité et la valeur choisie pour U_m doit être au moins égale ou plus grande que la valeur U_m d'origine. Tous les autres paramètres de l'entité doivent être vérifiés comme il se doit. Des précautions doivent également être prises pour s'assurer qu'une construction de dimension différente ne réduit pas la séparation de 50 mm requise entre les circuits de sécurité intrinsèque et les circuits non de sécurité intrinsèque.

NOTE Dans les systèmes de sécurité intrinsèque, le remplacement d'une barrière de diodes de sécurité ou d'un isolateur galvanique par un autre type, tel que celui indiqué dans les documents du système de sécurité intrinsèque peut affecter la sécurité du système. Il convient de se référer à une personne compétente chargée de la sécurité du système de sécurité intrinsèque.

6.2.8 Circuits imprimés

Ces parties de l'appareil comportent souvent des distances critiques entre pistes (lignes de fuite) qui ne doivent pas être réduites. C'est pourquoi, lorsque des composants sont remplacés, on doit les positionner avec soin sur la carte. Lorsque le revêtement est endommagé pendant la réparation, un revêtement isolant du type prescrit par le constructeur doit être appliqué de la façon définie (par exemple, une couche au trempé, deux couches avec les autres méthodes).

NOTE 1 Le revêtement peut être un revêtement d'isolation ou un revêtement enrobant pour la protection contre l'environnement.

NOTE 2 Les distances dans l'air et des lignes de fuite entre les différents composants peuvent également être critiques. Dans les cartes imprimées modernes à composants montés en surface, ceux-ci sont positionnés à quelques fractions de millimètre près, ce qui peut être une caractéristique importante en faveur d'une séparation certifiée entre les différentes parties du circuit pris dans son ensemble. Ceci rend très difficile les tentatives de réparation au niveau carte "telle qu'elle est fournie" avec une conception moderne et compacte de composants montés en surface. Dans ce cas, l'échange des ensembles complets de circuit imprimé est la réparation recommandée.

6.2.9 Optocoupleurs et composants piézoélectriques

Seuls des composants du même type, tels qu'ils sont listés dans les documents du certificat, doivent être utilisés comme pièces de rechange.

NOTE Les références du composant peuvent considérablement altérer la séparation, les performances sous impact et d'autres propriétés importantes de la sécurité intrinsèque.

6.2.10 Composants électriques

Lorsqu'il y a lieu de remplacer des composants tels que des résistances, des transistors, des diodes Zener etc., cela peut être normalement fait par des composants identiques, quelle qu'en soit la provenance, mais s'ils ne proviennent pas du constructeur ou d'une entité détenant un certificat, les composants de rechange doivent être vérifiés par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil aux normes relatives au mode ou aux modes de protection considérés.

Dans des cas exceptionnels, certains constructeurs utilisent des composants sélectionnés. Dans ce cas, les documents fournis avec l'appareil doivent préciser que le composant de

remplacement doit être obtenu, soit du constructeur, soit sélectionné par la méthode qu'il recommande.

Dans les systèmes de sécurité intrinsèque, le remplacement des composants avec d'autres types non listés dans les documents du certificat du système est une modification et ne doit pas avoir lieu sans certification complémentaire.

6.2.11 Batteries

Seuls les types de batterie spécifiés dans les instructions du constructeur de l'appareil ou dans les documents du certificat doivent être utilisés comme éléments de remplacement. L'utilisation de types d'éléments différents (tels que les types génériques "équivalents" provenant du même constructeur ou d'autres constructeurs) invalidera la sécurité intrinsèque.

NOTE Les certificats relatifs aux appareils de sécurité intrinsèque de conception moderne spécifieront habituellement le constructeur et la référence des éléments remplaçables ayant été soumis aux essais et qui sont acceptables. Les différents éléments du même type générique et même de types différents, provenant du même constructeur, peuvent avoir des courants de court-circuit différents, et dans des conditions de court-circuit peuvent être susceptibles de présenter des fuites d'électrolyte ou un éclatement ou de générer des températures excessives.

Lorsque les piles rechargeables ou les accumulateurs sont encapsulés, l'ensemble complet doit être remplacé.

L'utilisation de blocs de batteries encapsulées autres que ceux fournis par le constructeur ou par une entité détenant un certificat est une modification et ne doit pas avoir lieu sans certification complémentaire.

6.2.12 Câblage interne

Certaines distances entre conducteurs et leurs séparations sont critiques. Par conséquent, le câblage interne doit être replacé dans sa position d'origine s'il a dû être déplacé. Si l'isolation, des écrans, des armures extérieures et/ou des enroulements à double isolation ou la méthode de fixation sont endommagés, ils doivent être remplacés par un appareil équivalent et/ou replacés dans la même configuration.

Dans le cas où l'appareil est l'objet d'une certification globale, tout changement au câblage est une modification et ne doit pas avoir lieu sans certification complémentaire.

6.2.13 Transformateurs

Si un transformateur est remplacé, il doit l'être par un qui a des caractéristiques identiques à l'original ou comme identifié dans la documentation du certificat. On ne doit jamais essayer de réparer ou de remplacer un fusible thermique enfoui (encapsulé).

6.2.14 Composants encapsulés

Les composants encapsulés, par exemple les accumulateurs comportant des résistances de limitation de courant internes ou des ensembles fusibles-diode Zener, ne sont pas réparables, et ne doivent être remplacés que par des ensembles répondant au schéma d'origine provenant du constructeur de l'appareil.

6.2.15 Parties non électriques

Lorsque l'appareil comporte des parties non électriques, par exemple des accessoires ou des fenêtres, qui n'ont pas d'influence sur le circuit électrique ou les lignes de fuite, ou les distances dans l'air, donc sur la sécurité intrinsèque, ces pièces peuvent être remplacées par des pièces d'un type équivalent.

Certaines parties peuvent avoir des exigences antistatiques, d'impact, thermiques et d'inflammabilité qui affectent la sécurité intrinsèque. Dans le cas où le remplacement de ces

parties est exigé, elles doivent être remplacées par des matériaux tels que spécifiés dans les documents du certificat.

6.2.16 Essais

Après la réparation ou la révision, la rigidité diélectrique de l'isolation, entre le circuit de sécurité intrinsèque et l'enveloppe métallique, doit être vérifiée en appliquant une tension de 500 V en courant alternatif (50 Hz ou 60 Hz) entre les bornes et l'enveloppe, pendant 1 minute. Cet essai peut ne pas être réalisé si l'enveloppe est en matériaux isolants ou si un côté du circuit est relié galvaniquement à l'enveloppe pour des raisons de sécurité ou si l'enveloppe n'a pas été renvoyée pour réparation.

Les essais des composants de l'isolement galvanique lors du remplacement de transformateurs et d'optocoupleurs doivent être conformes à ceux définis par la norme correspondante à l'appareil.

6.3 Remise en état

On ne doit jamais essayer de remettre en état des composants dont dépend la sécurité intrinsèque.

6.4 Modifications

Dans les systèmes de sécurité intrinsèque, tout changement à l'appareil est considéré comme une modification au système par rapport à ce qui est indiqué dans les documents du système de sécurité intrinsèque, ce qui peut affecter la sécurité du système. Il convient de se référer à une personne compétente chargée de la sécurité du système de sécurité intrinsèque, qui peut alors exiger une certification complémentaire. Il est recommandé que cette évaluation soit effectuée par une autre personne que celle qui a exécuté la modification.

7 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "p" (surpression interne)

7.1 Application

Le présent article contient des exigences détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification des appareils avec le mode de protection "p". Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives à l'appareil auxquelles on doit se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil Ex "p" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine (voir IEC 60079-2).

7.2 Réparation et révision

7.2.1 Enveloppes

Bien qu'il soit préférable de se procurer des pièces de rechange neuves auprès du constructeur, une pièce endommagée peut, en principe, être réparée ou remplacée à condition qu'en comparaison avec la pièce d'origine:

- elle soit d'une solidité au moins équivalente;
- il n'en résulte pas de fuite plus importante de gaz de protection;
- elle ne limite pas la circulation du gaz de protection dans ou à travers l'enveloppe;
- sa forme ou sa fixation ne favorise pas la pénétration d'une atmosphère explosive dans l'enveloppe;
- sa forme ne favorise pas la création de zones d'atmosphères résiduelles à l'intérieur de l'enveloppe;

- elle ne diminue pas le taux de dissipation de chaleur de l'enveloppe ou de son contenu au point de modifier sa classe de température.

Les garnitures ou autres dispositifs d'étanchéité doivent être remplacés par d'autres de la même matière. Une matière différente peut toutefois être utilisée si elle est appropriée et compatible avec l'environnement.

NOTE L'étanchéité de la "surpression" exige d'être vérifiée dans les locaux de l'organisme de réparation (si possible) ou sur site.

7.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées doivent maintenir le degré de protection d'origine et ne doivent pas permettre l'augmentation des fuites de gaz de surpression.

7.2.3 Bornes de raccordement

Les distances dans l'air ainsi que les lignes de fuites doivent conserver leurs valeurs d'origine.

7.2.4 Isolation

L'isolation de remplacement utilisée lors de la réparation ou de la révision doit présenter au moins les mêmes qualités et classe que l'isolation d'origine (voir IEC 60085).

7.2.5 Connexions internes

Les connexions internes ne doivent pas être inférieures d'un point de vue électrique, thermique ou mécanique à celles montées à l'origine et doivent être conformes à des normes équivalentes à celles des connexions d'origine.

7.2.6 Enroulements

7.2.6.1 Généralités

Les spécifications d'origine des enroulements doivent être, de préférence, obtenues du constructeur. Lorsque cela n'est pas possible les techniques du rebobinage conforme peuvent alors être utilisées, incluant la détermination des raccordements des enroulements, la dimension des conducteurs, le nombre de tours, le pas de bobinage, la saillie des enroulements, et peut inclure une détermination de la résistance des bobinages d'origine. Les matériaux utilisés lors du rebobinage doivent correspondre à un système d'isolation approprié. Si une isolation supérieure à celle d'origine est proposée, on ne doit pas augmenter les caractéristiques assignées de l'enroulement sans avis du constructeur, sinon cela pourrait avoir une incidence défavorable sur la classe de température de l'appareil.

7.2.6.2 Réparation des rotors des machines tournantes

Un rotor à barres défectueux doit être remplacé par un rotor neuf produit par le constructeur d'origine ou réparé en utilisant des matériaux de spécification identique. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des barres du rotor à cage, un bon ancrage de ces barres dans les encoches. Il convient de mettre en œuvre la méthode d'ancrage utilisée par le constructeur.

Un rotor à cage moulé sous pression défectueux doit être remplacé par un rotor neuf, produit par le constructeur d'origine.

Si le constructeur d'origine ne peut plus fournir de rotor de remplacement, il est possible de réaliser un nouvel enroulement de rotor avec des caractéristiques identiques à l'original.

NOTE Des caractéristiques identiques impliquent des matériaux et des caractéristiques dimensionnelles de la bague de court-circuit et des dispositifs d'assistance à la ventilation.

Les dommages à la surface externe de la bague de court-circuit d'un rotor moulé sous pression, y compris les dispositifs d'assistance à la ventilation, peuvent être réparés.

7.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

7.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle et après remontage de l'appareil, les enroulements doivent être soumis aux essais suivants, dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Il convient que la résistance de l'enroulement de remplacement ne diffère pas de la résistance de l'enroulement d'origine de plus de 5 %. Dans le cas d'enroulements polyphasés, les résistances de chaque phase ou entre bornes doivent être équilibrées. Un déséquilibre (c'est-à-dire une différence entre les valeurs les plus hautes et les plus basses) doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Si la résistance de l'enroulement réparé diffère de plus de 5 % de celle de l'enroulement d'origine (obtenue à partir des données du constructeur d'origine, de la mesure d'un enroulement intact, ou déduite par le calcul de l'enroulement endommagé), des essais thermiques supplémentaires peuvent être requis afin de confirmer que la classe d'isolation et la classe de température annoncées sont toujours conformes.

NOTE 2 Au cas où la résistance de l'enroulement ne serait pas équilibrée, il conviendrait de faire vérifier par une personne compétente que ce moteur particulier convient bien à l'application prévue.

- b) Un essai de résistance d'isolement doit être fait en mesurant la résistance entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la terre. Une tension d'essai minimale de 500 V en courant continu est recommandée. La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type de l'appareil et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.

NOTE 3 Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 M Ω à 20 °C, pour un appareil entièrement rebobiné, prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.

- c) Un essai diélectrique conforme à la norme applicable de l'appareil doit être effectué entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rapportent.
- d) Le transformateur ou appareil analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. La valeur mesurée doit être comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; dans la mesure du raisonnable, elles doivent être équilibrées entre phases pour les installations polyphasées.
- e) Les appareils à haute tension (par exemple, 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) et autre appareil spécial peuvent nécessiter des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE 4 Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

7.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La machine doit être mise en marche à la vitesse assignée et à la tension assignée pour vérifier la température des paliers, le bruit ou les vibrations et les valeurs de courant à vide. On doit rechercher et éliminer la cause de toute augmentation de température de palier préjudiciable, de tout bruit anormal et/ou vibration anormale. Le déséquilibre du courant à vide doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Lorsque la vitesse assignée est une plage de valeurs, il convient de faire l'essai à la vitesse la plus élevée possible de cette plage.

- b) Le rotor étant calé, les enroulements statoriques des machines à cage doivent être alimentés sous une tension réduite, de manière à obtenir entre 75 % et 125 % du courant à pleine charge et de s'assurer de l'équilibre des phases. (Cet essai, qui est en quelque sorte une variante de l'essai à pleine charge, est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses connexions et à détecter des défauts rotoriques). Un déséquilibre inférieur à 5 % de la valeur médiane est acceptable.

NOTE 2 Dans le cas où cet essai ne serait pas raisonnablement réalisable, il conviendrait d'utiliser d'autres moyens de vérification.

- c) Les machines à haute tension (par exemple, 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ou sans cage peuvent nécessiter une variante des essais, ou des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE 3 Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

7.2.6.4 Capteurs de température

7.2.6.4.1 Enroulements réparés

Si des capteurs de température enfouis ont été inclus pour surveiller les températures d'enroulement, il est recommandé que les éléments de remplacement aient les mêmes caractéristiques que les capteurs d'origine et qu'ils soient noyés dans l'enroulement réparé avant imprégnation et cuisson.

7.2.6.4.2 Révision

Il est recommandé de vérifier les capteurs de température et en cas de défectuosité de les remplacer à l'occasion de toute révision. Si le remplacement est exigé, les capteurs de température doivent être tels que spécifiés dans les documents préparés conformément à l'IEC 60079-0, et doivent être installés comme cela est stipulé dans ces documents. Le remplacement des capteurs de température enfouis défectueux lors d'une révision, exigés par les documents du certificat, nécessitera un rebobinage du stator.

NOTE Si les documents ne sont pas disponibles ou si des capteurs de température identiques ne sont pas disponibles, il convient que la personne responsable évalue et documente l'acceptabilité du remplacement.

7.2.7 Dispositifs auxiliaires

Lorsque des dispositifs auxiliaires sont basés sur différents modes de protection, les articles correspondants de la présente norme doivent être consultés avant toute réparation.

7.2.8 Parties transparentes ou translucides

Les parties transparentes ou translucides en matière plastique ne doivent pas être nettoyées avec des solvants. Les détergents de ménage sont recommandés à cet effet.

7.2.9 Parties encapsulées

Les parties encapsulées (par exemple, des interrupteurs dans des luminaires) ne sont généralement pas considérées comme pouvant être réparées.

7.2.10 Batteries

Les indications du constructeur doivent être suivies lorsque des piles ou accumulateurs sont utilisés.

7.2.11 Lampes

Le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée.

7.2.12 Douilles

Les éléments de remplacement listés par le constructeur doivent être utilisés, s'ils sont disponibles. Si ces éléments ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil aux normes relatives au mode ou aux modes de protection considérés.

7.2.13 Ballasts

Les inductances et les condensateurs ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur, s'ils sont disponibles. Si ces composants ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil ou des composants remplacés et aux type(s) de protection standard.

7.3 Remise en état

7.3.1 Généralités

Les remises en état utilisant les techniques spécifiées dans l'Article 4 peuvent être utilisées avec le mode de protection "p" sous réserve des restrictions suivantes du présent article.

7.3.2 Enveloppes

7.3.2.1 Généralités

Si des dommages aux enveloppes, boîtes à bornes et couvercles doivent être réparés par soudage ou suture métallique, on doit s'assurer que l'intégrité de l'appareil n'est pas significativement diminuée au point d'altérer le mode de protection et notamment qu'il continue à satisfaire à l'essai de résistance mécanique et reste capable de maintenir une surpression appropriée.

7.3.2.2 Joints

Lorsque les surfaces de joints endommagées ou corrodées doivent être usinées, la résistance mécanique et la fonction de l'élément ne doivent pas être affaiblies ni le degré de protection contre la pénétration affecté.

Les joints à emboîtement sont normalement prévus pour réaliser une mise en place avec ajustement serré. L'usinage de la partie mâle nécessite donc un apport de métal à la partie femelle et son usinage (ou réciproquement) pour maintenir la précision de la mise en place du joint. Lorsqu'une partie seulement est endommagée, elle peut être remise à la dimension d'origine par apport de métal et usinage. L'apport de métal doit être fait par dépôt électrolytique, chemisage ou soudage, mais des techniques de métallisation ayant une force d'arrachement inférieure à 40 MPa ne sont pas recommandées.

7.3.3 Arbres et logements

Si des arbres et des logements de roulements doivent être remis en état, on doit le faire par des techniques de métallisation ou de chemisage. Le soudage peut convenir à condition de tenir compte des limites de cette technique (voir 4.4.2.2.9).

7.3.4 Paliers lisses

Les surfaces des paliers lisses peuvent être remises en état par dépôt électrolytique, métallisation ou soudage (excepté MMA).

7.3.5 Rotors et stators

Si des rotors et des stators doivent être rectifiés pour supprimer des décentremements et des dommages superficiels, l'augmentation résultante de l'entrefer entre le rotor et le stator peut générer une modification des températures de surface, ce qui pourrait alors conduire à dépasser la classe de température de la machine. S'il existe des incertitudes concernant les effets néfastes possibles sur la classe de température, le réparateur doit demander des conseils, de préférence au constructeur, avant d'adopter ce procédé.

Les circuits magnétiques des stators rectifiés ou endommagés doivent être soumis à un "essai de flux" afin de s'assurer qu'il ne subsiste pas de points chauds pouvant influencer de façon néfaste sur la classification en température ou entraîner des dommages ultérieurs aux enroulements statoriques. Cet "essai de flux" doit être effectué à 1,5 Tesla et les conditions d'essai doivent être enregistrées avec le résultat.

7.4 Transformations et modifications

7.4.1 Enveloppes

Les enveloppes ne contenant pas de source pouvant libérer un gaz inflammable peuvent être modifiées. Chaque partie modifiée doit satisfaire aux conditions de 7.2.

Les enveloppes contenant une source pouvant dégager un gaz inflammable telles qu'analyseurs, chromatographes, etc., ne doivent pas être modifiées de quelque manière que ce soit sans tenir compte de l'avis du constructeur.

Le ou les points où la valeur de la surpression et celle du débit du gaz de protection sont contrôlés ne doivent pas être modifiés, et il convient que le réglage de toute minuterie ou de tout autre dispositif de contrôle ne soit pas changé.

7.4.2 Entrées de câbles et de conduits

Si une transformation des entrées est faite, on doit s'assurer tout spécialement que le mode et le degré de protection spécifiés sont conservés.

7.4.3 Bornes de raccordement

Toute modification des bornes de raccordement doit être faite dans le respect des règles de l'art.

7.4.4 Enroulements

Le rebobinage de l'appareil pour une autre tension ne doit être effectué qu'après avoir pris l'avis du constructeur et à condition, par exemple, que la saturation magnétique, les densités de courant et les pertes ne soient pas augmentées, que les nouvelles lignes de fuite et distances dans l'air soient conformes et que la nouvelle tension reste dans les limites des documents du certificat. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

Le rebobinage d'une machine tournante pour une vitesse différente ne doit être effectué qu'après avoir pris l'avis du constructeur parce que les caractéristiques électriques et thermiques sont susceptibles de se trouver modifiées au point de sortie, le cas échéant, des limites imposées par la classe de température assignée; de même l'efficacité du système de surpression peut être compromise.

7.4.5 Appareil auxiliaire

Dans les cas où un équipement auxiliaire est nécessaire, par exemple des radiateurs anti-condensation ou des détecteurs de température, le constructeur doit être consulté sur la possibilité de la modification proposée et le procédé à mettre en œuvre.

8 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "e" (sécurité augmentée)

8.1 Application

Le présent article contient des exigences détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification des appareils avec le mode de protection "e". Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives à l'appareil auxquelles on doit se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil Ex "e" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine (voir IEC 60079-7).

8.2 Réparation et révision

8.2.1 Enveloppes

Bien qu'il soit, en principe, préférable d'obtenir de nouvelles parties du constructeur, les parties endommagées peuvent être réparées ou remplacées à condition que le degré de protection et la classe de température, spécifiés sur la plaque de certification, soient préservés.

NOTE Les caractéristiques spécifiques IP font partie intégrante du mode de protection "e". Les performances des garnitures d'étanchéité et des joints sont critiques afin de maintenir ces caractéristiques IP; ils ont été soumis à un traitement spécial et à des essais, et il convient de ne les remplacer que par des garnitures d'étanchéité et des joints de matériaux identiques et de construction identique.

Un degré de protection plus sévère que celui spécifié par la norme de l'appareil peut avoir été respecté pour tenir compte des conditions d'environnement, auquel cas la réparation ne doit pas compromettre un tel degré de protection plus élevé.

Une attention particulière est requise pour les exigences relatives à l'essai de chocs mécaniques pour toutes les parties de l'enveloppe ainsi que sur le degré de protection qui doit être respecté pour les orifices d'entrée et de sortie d'air, tels qu'ils sont précisés par la norme de l'appareil.

Une distance adéquate doit être maintenue entre les parties fixes et les parties en rotation conformément à la norme de l'appareil. Une distance adéquate doit être comprise comme étant la distance requise par les plans certifiés du constructeur ou, en l'absence de plans, la distance dans l'air minimale comme spécifié dans l'IEC 60079-7.

L'attention est attirée sur les effets que les finitions des surfaces, la peinture, etc., ont sur la classe de température des enveloppes. Seules les finitions spécifiées par le constructeur ou des finitions équivalentes doivent être appliquées.

8.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées doivent conserver au minimum un degré de protection IP54 conformément aux exigences de l'IEC 60529 et au moins le même degré de protection IP pour lequel l'appareil a été conçu à l'origine.

8.2.3 Bornes de raccordement

La conception des bornes de raccordement en ce qui concerne les matériaux utilisés, les lignes de fuites et les distances dans l'air ainsi que l'indice de résistance au cheminement de

l'isolant est normalement spécifiée dans les documents du certificat. Les éléments de remplacement doivent être fournis par le constructeur ou son avis doit être recherché en ce qui concerne les variantes acceptables.

Lorsque les bornes ne sont pas fixes, la méthode de raccordement, y compris l'isolation, doivent être conformes aux documents du certificat.

8.2.4 Isolation

Tous les détails du système d'isolation des enroulements, y compris le type de vernis d'imprégnation, se trouvent normalement dans les documents du certificat. Lorsque cela n'est pas le cas, toutes ces informations doivent être demandées au constructeur **ou déterminées par un examen détaillé de l'enroulement d'origine.**

8.2.5 Connexions internes

Si des connexions internes sont à refaire, l'isolation de telles connexions ne doit pas être électriquement, thermiquement ou mécaniquement inférieure à celle d'origine.

La section de toute connexion de remplacement ne doit pas être inférieure à celle des connexions montées à l'origine. Les méthodes de raccordement autorisées sont données par les normes appropriées.

8.2.6 Enroulements

8.2.6.1 Généralités

La construction électrique d'un appareil à Mode de Protection "e" a une influence décisive sur la sécurité contre l'explosion et le réparateur doit être en pleine possession des informations et de l'équipement nécessaires. L'état d'origine de la totalité de l'enroulement doit être restauré, **excepté si un remplacement partiel de l'enroulement peut être envisagé pour un appareil de grandes dimensions, sur lequel ceci peut être réalisable.**

8.2.6.1.1 Pour des machines de tension assignée inférieure ou égale à 1 000 V; machines évaluées selon l'IEC 60079-7:1969, 1990 ou 2001:

Les types de réparation suivants sont acceptables:

- le remplacement des enroulements du stator par ceux fournis par le constructeur;
- le remplacement des enroulements du stator fondé sur les spécifications de l'enroulement fournies par le constructeur;
- ~~Les techniques du rebobinage de l'enroulement conforme sont autorisées pour des machines avec une durée $t_E > 7$ s, mais la durée inscrite t_E doit être réduite à 75 % de la valeur d'origine et l'appareil convenablement marqué, à moins qu'il ne soit reconfirmé conformément à l'IEC 60079-7.~~

~~NOTE 1 – Il convient que l'utilisateur du moteur soit averti que la t_E de la machine a été réduite, de façon qu'il puisse confirmer que la machine est toujours adaptée à l'application prévue.~~

- ~~Le rebobinage avec les données du constructeur est autorisé, sans avoir besoin de réduire la durée t_E .~~
- ~~Dans le cas où la totalité des spécifications des enroulements n'est pas disponible et qu'une t_E réduite n'est pas acceptable, et lorsque la reconfirmation n'est pas possible, les enroulements du stator ne doivent être remplacés que par ceux fournis par le constructeur.~~

Les spécifications suivantes de l'enroulement sont exigées pour pouvoir réparer l'enroulement du stator et maintenir la t_E d'origine:

- a) type de l'enroulement, c'est-à-dire couche simple, couche double, etc.;
- b) schéma de ~~bobinage~~ l'enroulement;

- c) nombre de ~~spires/conducteurs par~~/encoche, de ~~circuits en trajets~~ parallèle par phase;
- d) connexions entre phases;
- e) dimension des conducteurs;
- f) système d'isolation, y compris ~~la spécification~~ celui de l'isolation d'encoche et système ou procédé générique du vernis ~~et la méthode d'application~~ tel que la VPI (*Vacuum Pressure Impregnation*, imprégnation sous pression et sous vide) ou écoulement goutte à goutte;
- g) mesure ou calcul de résistance par phase ou entre les bornes ;
- h) pas de bobinage;
- i) saillie des enroulements, y compris la distance entre les bobines et l'enveloppe.

NOTE-2 1 Les moteurs alimentés par convertisseur ne sont pas protégés en utilisant le concept de la t_E , mais le sont, soit avec des capteurs de température enfouis, soit par la conception même du convertisseur.

Lorsque les techniques de rebobinage conforme (à l'original) sont utilisées, l'ensemble des exigences suivantes doit être respecté:

- a) Lorsqu'il existe un risque d'endommager le noyau en retirant l'ancien enroulement, un essai de flux sur le noyau doit être réalisé, à une valeur appropriée, telle que 1,5 T (50 Hz) ou 1,32 T (60 Hz), avant et après avoir retiré l'enroulement, afin de vérifier l'état du noyau. Les pertes dans le noyau après ce dénudage ne doivent pas dépasser 110 % des pertes dans le noyau avant dénudage.
- b) Le retrait de l'enroulement statorique doit être réalisé par le biais d'une extraction par traitement chimique, pyrolyse contrôlée (décomposition par combustion avec température contrôlée) lors de laquelle la température du stator ne dépasse pas 370 °C ou par procédé d'extraction à froid.
- c) La section transversale du conducteur ne doit pas être inférieure à la section transversale de l'enroulement d'origine et ne doit pas dépasser 103 % de la section transversale de l'enroulement d'origine.
- d) Le type d'enroulement utilisé sur l'enroulement d'origine doit également être utilisé pour le rebobinage – par exemple, enroulement à une seule couche, double couche, imbriqué, concentrique, etc.
- e) Le nombre de conducteurs/encoche, et les trajets parallèles par phase doivent les mêmes que dans l'enroulement d'origine.
- f) La spire de la bobine, en longueur moyenne, ne doit pas être supérieure à la bobine d'enroulement d'origine ou, de préférence réduite en longueur.
- g) La saillie de l'enroulement statorique doit être la même que pour l'enroulement d'origine.
- h) Les capteurs de température intégrés doivent être installés au même emplacement que les capteurs de température intégrés de l'enroulement d'origine.
- i) Le procédé/système de vernis générique doit être le même que celui utilisé dans l'enroulement d'origine, tel que la résine époxy en écoulement goutte à goutte, la résine sans solvant utilisant la VPI, ou le triple trempage avec préchauffage et durcissement dans la résine avec solvant
- j) Après imprégnation mais avant le durcissement, l'alésage du stator doit être nettoyé. Il s'agit là de réduire la nécessité de procéder au nettoyage de l'alésage du stator, une fois que l'enroulement statorique a été durci, ce qui peut augmenter les pertes vagabondes.
- k) La résistance/phase ou la résistance entre les bornes doit se situer à $\pm 5\%$ de l'enroulement d'origine.

NOTE 2 L'étude du rebobinage EASA/AEMT intitulé *The Effects of Repair/Rewinding on Motor Efficiency* publiée par EASA & AEMT fournit des informations supplémentaires sur les Pratiques d'Excellence au cours du rebobinage & de la réparation. Ce document est disponible en téléchargement gratuit sur le site www.easa.com ou www.iecex.com.

8.2.6.1.2 Pour des machines de tension assignée supérieure à 1 000 V; machines évaluées selon l'IEC 60079-7:1990 ou 2001 :

Outre les exigences révisées du 8.2.6.1.1:

Les enroulements du moteur doivent être soumis aux essais ~~relatifs à l'enroulement d'inflammation~~ du stator selon l'IEC 60079-7:1990 ou 2001 ~~selon ce qui est applicable~~, sauf si le système d'isolation a déjà été précédemment soumis aux essais de l'IEC 60079-7:1990 ou 2001. ~~Les spécifications suivantes de l'enroulement sont exigées pour pouvoir réparer l'enroulement du stator et maintenir la t_E d'origine:~~

- ~~a) type de l'enroulement, c'est-à-dire couche simple, couche double, etc.;~~
- ~~b) schéma de bobinage;~~
- ~~c) nombre de conducteurs par encoche, de circuits en parallèle par phase;~~
- ~~d) connexions entre phases;~~
- ~~e) dimension des conducteurs;~~
- ~~f) système d'isolation y compris la spécification du vernis;~~
- ~~g) résistance par phase ou entre les bornes.~~

NOTE 3 1 Les appareils, évalués par rapport aux exigences de l'IEC 60079-7:1969 or 1990 ~~ou précédentes~~, n'ont pas été soumis aux exigences additionnelles relatives aux machines à haute tension. Ces machines, si elles sont restaurées à leur état d'origine, ne seront probablement conformes qu'aux exigences de la norme par rapport à laquelle elles ont été évaluées à l'origine.

~~Dans le cas où la totalité des spécifications des enroulements n'est pas disponible, les enroulements du stator ne doivent être remplacés que par ceux fournis par le constructeur. Le moteur maintiendrait alors la t_E d'origine.~~

NOTE 4 ~~Les moteurs alimentés par convertisseur ne sont pas protégés en utilisant le concept du t_E , mais le sont, soit avec des capteurs de température enfouis, soit par la conception même du convertisseur.~~

NOTE 2 Des informations complémentaires sur l'évaluation des enroulements statoriques et des systèmes d'isolation fondées sur la *Decision Sheet* (Feuille de Décision) DS2013/006 de l'IECEx (disponible à l'adresse suivante www.iecex.com) figurent dans l'Annexe D.

8.2.6.2 Réparation des rotors des machines tournantes

Un rotor à barres défectueux doit être remplacé par un rotor neuf produit par le constructeur d'origine ou réparé en utilisant des matériaux de spécification identique. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des barres du rotor à cage, un bon ancrage de ces barres dans les encoches. Il convient de mettre en œuvre la méthode d'ancrage utilisée par le constructeur.

Un rotor à cage moulé sous pression défectueux doit être remplacé par un rotor neuf, produit par le constructeur d'origine.

Si le constructeur d'origine ne peut plus fournir de rotor de remplacement, il est possible de réaliser un nouvel enroulement de rotor avec des caractéristiques identiques à l'original.

NOTE Des caractéristiques identiques impliquent des matériaux et des caractéristiques dimensionnelles de la bague de court-circuit et des dispositifs d'assistance à la ventilation.

Les dommages à la surface externe de la bague de court-circuit d'un rotor moulé sous pression, y compris les dispositifs d'assistance à la ventilation, peuvent être réparés.

8.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

8.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle et après remontage de l'appareil, les enroulements doivent être soumis aux vérifications et essais suivants, dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Il convient que la résistance de l'enroulement de remplacement ne diffère pas de la résistance de l'enroulement d'origine de plus de 5 %. Dans le cas d'enroulements polyphasés, les résistances de chaque phase ou entre bornes doivent être équilibrées. Un déséquilibre (c'est-à-dire une différence entre les valeurs les plus hautes et les plus basses) doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Si la résistance de l'enroulement réparé diffère de plus de 5 % de celle de l'enroulement d'origine (obtenue à partir des données du constructeur d'origine, de la mesure d'un enroulement intact, ou déduite par le calcul de l'enroulement endommagé), des essais thermiques supplémentaires peuvent être requis afin de confirmer que la classe d'isolation et la classe de température annoncées sont toujours conformes.

NOTE 2 Au cas où la résistance de l'enroulement ne serait pas équilibrée, il conviendrait de faire vérifier par une personne compétente que ce moteur particulier convient bien à l'application prévue.

- b) Un essai de résistance d'isolement doit être fait en mesurant la résistance entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la terre. Une tension minimale d'essai de 500 V en courant continu est recommandée. La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type de l'appareil et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.

NOTE 3 Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 MΩ à 20 °C, pour un appareil entièrement rebobiné, prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.

- c) Un essai diélectrique conforme à la norme applicable de l'appareil doit être effectué entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rapportent.
- d) Le transformateur ou appareil analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. La valeur mesurée doit être comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; dans la mesure du raisonnable, il convient qu'elles soient équilibrées entre toutes les phases, pour les installations polyphasées.
- e) Les appareils à haute tension (par exemple, 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) et autre appareil spécial peuvent nécessiter des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

8.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La machine doit être mise en marche à la vitesse assignée et à la tension assignée pour vérifier la température des paliers, le bruit ou les vibrations et les valeurs de courant à vide. On doit rechercher et éliminer la cause de toute augmentation de température de palier préjudiciable, de tout bruit anormal et/ou vibration anormale. Le déséquilibre du courant à vide doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Lorsque la vitesse assignée est une plage de valeurs, il convient de faire l'essai à la vitesse la plus élevée possible de cette plage.

- b) Le rotor étant calé, les enroulements statoriques des machines à cage doivent être alimentés sous une tension nominale pour vérifier le courant de démarrage I_A et le rapport du courant de démarrage I_A/I_N en résultant, avec des tolérances de ± 10 %. Si la tension nécessite d'être réduite du fait des équipements d'essai, le courant de démarrage et le rapport du courant de démarrage doivent être calculés selon les règles techniques habituelles. Un déséquilibre de courant inférieur à 5 % de la valeur médiane est

acceptable. (Cet essai est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses connexions et à détecter des défauts rotoriques).

Le rotor étant calé, les enroulements statoriques des machines à cage doivent être alimentés sous une tension réduite, de manière à obtenir entre 75 % et 125 % du courant à pleine charge et de s'assurer de l'équilibre des phases. (Cet essai, qui est en quelque sorte une variante de l'essai à pleine charge, est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses connexions et à détecter des défauts rotoriques). Un déséquilibre inférieur à 5 % de la valeur médiane est acceptable.

NOTE 2 Dans le cas où cet essai ne serait pas raisonnablement réalisable, il conviendrait d'utiliser d'autres moyens de vérification.

- c) Les machines à haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ou sans cage peuvent nécessiter une variante des essais, ou des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE 3 Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

8.2.6.4 Capteurs de température

8.2.6.4.1 Enroulements réparés

Si des capteurs de température enfouis ont été inclus pour surveiller les températures d'enroulement, il est recommandé que des éléments de remplacement identiques soient incorporés aux mêmes endroits dans l'enroulement réparé avant imprégnation et cuisson.

8.2.6.4.2 Révision

Il est recommandé de vérifier les capteurs de température et en cas de défectuosité de les remplacer à l'occasion de toute révision. Si le remplacement est exigé, les capteurs de température doivent être tels que spécifiés dans les documents préparés conformément à l'IEC 60079-0, et doivent être installés comme cela est stipulé dans ces documents. Le remplacement de capteurs de température incorporés défectueux pendant une révision, qui est exigé dans la documentation de certificat, nécessitera un rebobinage de stator.

NOTE Si les documents ne sont pas disponibles ou si des capteurs de température identiques ne sont pas disponibles, il convient que la personne responsable évalue et documente l'acceptabilité du remplacement.

8.2.7 Parties transparentes ou translucides

Aucune tentative de réparer des parties transparentes ou translucides ne doit être faite et on ne doit utiliser que les composants spécifiés par le constructeur. Les parties transparentes ou translucides ou d'autres parties en matière plastique ne doivent pas être nettoyées avec des solvants. Des détergents de ménage peuvent être utilisés.

8.2.8 Parties encapsulées

Les parties encapsulées (par exemple des interrupteurs dans des luminaires) ne sont généralement pas considérées comme pouvant être réparées ou remises en état.

8.2.9 Batteries

Si des piles ou accumulateurs sont utilisés, les instructions du constructeur doivent être demandées avant toute réparation ou remplacement.

8.2.10 Lampes

Le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée.

Une attention particulière doit être portée aux tubes fluorescents à simple culot. Le culot unique introduit dans la douille forme une enveloppe antidéflagrante, et une distorsion ou un mauvais alignement peut affecter la conception de la protection contre l'explosion.

8.2.11 Douilles

Seuls les remplacements spécifiés par le constructeur doivent être faits. Lorsque les connexions aux douilles sont faites en usine (sertissage, etc.), de nouvelles connexions ne doivent pas être réalisées à moins que le réparateur ne dispose de l'outillage pour faire les connexions selon la même norme.

NOTE Les douilles pour luminaires en mode de protection "e" sont systématiquement d'un type spécial, soit à simple plot pour les tubes fluorescents, soit à vis pour les autres lampes.

8.2.12 Ballasts

Les inductances et les condensateurs ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur, s'ils sont disponibles. Si ces composants ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil ou des composants remplacés et aux type(s) de protection standard.

8.2.13 Dispositifs de respiration

Les dispositifs de respiration doivent être entretenus afin de maintenir les propriétés de protection contre l'explosion de l'enveloppe conformément aux documents. Si ces documents ne sont pas disponibles, les dispositifs de respiration ne doivent être remplacés que par les éléments énumérés dans les documents du certificat. Si les dispositifs de respiration comportent un certificat de composant "Ex", seule une pièce dûment certifiée et dimensionnée peut être utilisée.

8.3 Remise en état

Les remises en état utilisant les techniques spécifiées dans l'Article 4 peuvent être utilisées avec le mode de protection "e" sous réserve des restrictions suivantes du présent article.

8.3.1 Enveloppes

8.3.1.1 Généralités

Si des dommages peu importants aux enveloppes, boîtes à bornes et couvercles doivent être réparés par soudage ou suture métallique, on doit s'assurer que l'intégrité de l'appareil n'est pas significativement diminuée au point d'altérer le mode de protection et notamment qu'il continue à satisfaire à l'épreuve de choc mécanique et conserve le degré de protection contre la pénétration.

8.3.1.2 Joints

Lorsque les surfaces de joints endommagées ou corrodées doivent être usinées, la résistance mécanique et la fonction de l'élément ne doivent pas être affaiblies, ni le degré de protection contre la pénétration affecté.

Quand des joints sont normalement prévus pour réaliser une mise en place avec ajustement serré, l'usinage de la partie mâle peut nécessiter un apport de métal à la partie femelle et son usinage (ou réciproquement) pour maintenir la précision de la mise en place du joint. Lorsqu'une partie seulement est endommagée, elle peut être remise à la dimension d'origine par apport de métal et usinage. Cet apport doit être réalisé par dépôt électrolytique, chemisage ou soudage, mais les techniques de métallisation qui ont une force d'arrachement inférieure à 40 MPa ne sont pas recommandées.

8.3.1.3 Arbres et logements

Si des arbres et des logements de roulements doivent être remis en état, cela peut être fait par des techniques de métallisation ou chemisage. Le soudage peut convenir à condition de tenir compte des limites de cette technique (voir 4.4.2.2.9).

8.3.2 Paliers lisses

Les surfaces des paliers lisses peuvent être remises en état par dépôt électrolytique, métallisation ou soudage (excepté MMA).

8.3.3 Rotors et stators

Si des rotors et des stators doivent être rectifiés pour supprimer des décentremments et des dommages superficiels, l'augmentation résultante de l'entrefer entre le rotor et le stator peut générer une modification des températures de surface, ce qui pourrait alors conduire à dépasser la classe de température de la machine. S'il existe des incertitudes concernant les effets néfastes possibles sur la classe de température, le réparateur doit demander des conseils, de préférence au constructeur, avant d'adopter ce procédé.

Les circuits magnétiques des stators rectifiés ou endommagés doivent être soumis à un "essai de flux" afin de s'assurer qu'il ne subsiste pas de points chauds pouvant influencer de façon néfaste sur la classification en température ou entraîner des dommages ultérieurs aux enroulements statoriques.

Le réparateur doit rechercher et suivre les conseils du constructeur avant d'adopter cette procédure ou bien l'appareil est de nouveau soumis aux essais selon la norme relative au mode de protection.

8.4 Modifications

8.4.1 Enveloppes

Les enveloppes peuvent être modifiées à condition que la classe de température, le degré de protection et les exigences de l'essai de choc mécanique, spécifiés dans la norme applicable, soient respectés.

8.4.2 Entrées de câbles et de conduits

Si une transformation des entrées est faite, on doit s'assurer tout spécialement que le mode et le degré de protection spécifiés sont conservés.

8.4.3 Bornes de raccordement

Aucune modification des bornes de raccordement ne doit être faite sans en référer au constructeur.

8.4.4 Enroulements

Le rebobinage de l'appareil pour une autre tension ou connexion ne doit pas être effectué sans avoir pris conseil auprès du constructeur et à condition, par exemple, que la saturation magnétique, les densités de courant et les pertes ne soient pas augmentées, que les nouvelles lignes de fuite et distances dans l'air soient conformes et que les nouvelles tensions, durée t_E et rapport I_A/I_N restent dans les limites des documents du certificat. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

Le rebobinage d'une machine tournante pour une vitesse différente ne doit pas être effectué sans avoir pris conseil auprès du constructeur du fait que les caractéristiques électriques et thermiques sont susceptibles de se trouver modifiées au point de sortir des limites des

documents du certificat. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

8.4.5 Appareil auxiliaire

Dans le cas où un équipement auxiliaire serait nécessaire, par exemple des radiateurs anti-condensation ou des détecteurs de température, le constructeur doit être consulté sur la possibilité de la modification proposée et le procédé à mettre en œuvre.

9 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "n"

9.1 Application

Le présent article contient des exigences détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification des appareils avec le mode de protection "n". Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives à l'appareil auxquelles on doit se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil Ex "n" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine (voir IEC 60079-15).

9.2 Réparation et révision

9.2.1 Enveloppes

Bien qu'il soit, en principe, préférable d'obtenir de nouvelles parties du constructeur, les parties endommagées peuvent être réparées ou remplacées à condition que le degré de protection contre la pénétration et la classe de température spécifiée sur la plaque signalétique soient préservés.

NOTE Les caractéristiques spécifiques IP font partie intégrante du mode de protection "n". Les performances des garnitures d'étanchéité et des joints sont critiques afin de maintenir ces caractéristiques IP; ils ont été soumis à un traitement spécial et à des essais, et il convient de ne les remplacer que par des garnitures d'étanchéité et des joints de matériaux identiques et de construction identique.

Un degré de protection plus sévère que celui spécifié par la norme de l'appareil peut avoir été respecté pour tenir compte des conditions d'environnement, auquel cas la réparation ne doit pas compromettre un tel degré de protection plus élevé.

Une attention particulière est attirée sur les exigences relatives à l'essai de choc mécanique pour toutes les parties de l'enveloppe, telles qu'elles sont précisées par la norme de l'appareil.

Une distance adéquate doit être maintenue entre les parties fixes et les parties en rotation conformément à la norme de l'appareil.

Les enveloppes à respiration limitée dépendent, pour leur protection contre l'explosion, des garnitures et autres moyens d'étanchéité. Les conditions de réalisation de l'étanchéité peuvent affecter défavorablement le mode de protection.

L'attention est attirée sur les effets que les finitions des surfaces, la peinture, etc. ont sur la classe de température des enveloppes.

9.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées doivent conserver au minimum un degré de protection IP54 conformément aux exigences de l'IEC 60529.

9.2.3 Bornes de raccordement

On doit faire attention, lors de la réfection des compartiments des bornes, de maintenir les distances dans l'air et lignes de fuite en conformité avec la norme de l'appareil. Lorsque des vis non métalliques sont utilisées pour la fixation, seules des vis de remplacement composées de matériaux identiques, doivent être utilisées.

Lorsque les bornes ne sont pas fixes, la méthode de raccordement, y compris l'isolation, doivent être conformes aux documents du certificat.

9.2.4 Isolation

Une classe d'isolation égale ou supérieure à celle employée à l'origine doit être utilisée; par exemple, un enroulement isolé avec un matériau de classe E peut être réparé en utilisant un matériau de classe F (voir IEC 60085).

9.2.5 Connexions internes

Si des connexions internes sont à refaire, l'isolation de telles connexions ne doit pas être électriquement, thermiquement ou mécaniquement inférieure à celle d'origine.

La section de toute connexion de remplacement ne doit pas être inférieure à celle des connexions montées à l'origine.

9.2.6 Enroulements

9.2.6.1 Généralités

La construction électrique d'un appareil à mode de protection "n" a une influence décisive sur la sécurité contre l'explosion et le réparateur doit être en pleine possession des informations et des équipements nécessaires. L'état d'origine de la totalité de l'enroulement doit être restauré, excepté si un remplacement partiel de l'enroulement peut être envisagé pour un appareil de grandes dimensions, sur lequel ceci peut être réalisable.

Pour des machines évaluées selon l'IEC 60079-15:1987 ou 2001, l'une des options de réparation suivantes doit être utilisée:

- le remplacement des enroulements du stator par ceux fournis par le constructeur;
- la réparation en se fondant sur les spécifications de l'enroulement données par le constructeur;
- la technique du rebobinage conforme, incluant la détermination des raccordements des enroulements, la dimension des conducteurs, le nombre de spires, le pas de bobinage, la saillie des enroulements, et peut inclure une détermination de la résistance des bobinages d'origine.

Pour des machines de tension assignée égale ou inférieure à 1 000 V, évaluées conformément à l'IEC 60079-15:2005 ou 2010, l'une des options de réparation suivantes doit être utilisée:

- le remplacement des enroulements du stator par ceux fournis par le constructeur;
- la réparation, basée sur les spécifications de l'enroulement données par le constructeur;
- la technique du rebobinage conforme, incluant la détermination des raccordements des enroulements, la dimension des conducteurs, le nombre de ~~tours~~ spires, le pas de bobinage, la saillie des enroulements, et peut inclure une détermination de la résistance des bobinages d'origine.

Pour des machines de tension assignée supérieure à 1 000 V, l'une des options de réparation suivante doit être utilisée, en s'assurant que les enroulements du moteur doivent être soumis aux essais ~~relatifs à l'enroulement~~ d'inflammation du stator selon l'IEC 60079-15:2005 ou

2010, sauf si le système d'isolation a déjà été précédemment soumis à ces essais d'inflammation du stator de l'IEC 60079-15:2005 or 2010. Pour l'IEC 60079-15:2005, l'utilisateur final a l'option de signaler que les facteurs de risque utilisés pour l'évaluation d'origine par rapport à l'IEC 60079-15:2005 ont indiqué un faible potentiel pour les décharges de l'enroulement statorique, et, que par conséquent, les essais d'inflammation du stator n'ont pas été réalisés:

- le remplacement des enroulements du stator par ceux fournis par le constructeur;
- le remplacement des enroulements du stator fondé sur les spécifications de l'enroulement fournies par le constructeur;
- ~~la technique du rebobinage de l'enroulement conforme applicable aux machines destinées à un service de type S1 ou S2, prévues pour fonctionner en continu avec une fréquence moyenne de démarrage, en fonctionnement normal, ne dépassant pas un démarrage par semaine;~~
- ~~la réparation, basée sur les spécifications de l'enroulement suivantes:~~

Les spécifications suivantes de l'enroulement sont exigées pour pouvoir réparer l'enroulement du stator et maintenir la t_E d'origine:

- a) type de l'enroulement, c'est-à-dire couche simple, couche double, etc.;
- b) schéma de ~~bobinage~~ l'enroulement;
- c) nombre de ~~spires/conducteurs par~~/encoche, de ~~circuits en trajets~~ parallèle par phase;
- d) connexions entre phases;
- e) dimension des conducteurs;
- f) système d'isolation y compris ~~la spécification~~ celui de l'isolation d'encoche et système ou procédé générique du vernis ~~et la méthode d'application~~ tel que la VPI (*Vacuum Pressure Impregnation*, imprégnation sous pression et sous vide) ou écoulement goutte à goutte;
- g) ~~mesure ou calcul de~~ résistance par phase ou entre les bornes;
- h) ~~pas de~~ bobinage;
- i) saillie des enroulements, y compris la distance entre les bobines et l'enveloppe.

~~NOTE Les appareils, évalués par rapport aux exigences de l'IEC 60079-15, n'ont pas été soumis aux exigences additionnelles relatives aux machines à haute tension. Ces machines, si elles sont restaurées à leur état d'origine, ne seront probablement conformes qu'aux exigences de la norme avec laquelle elles ont été évaluées à l'origine.~~

- ~~les enroulements du stator fournis par le constructeur.~~

NOTE 1 Les moteurs alimentés par convertisseur ne sont pas protégés en utilisant le concept de t_E , mais le sont, soit avec des capteurs de température intégrés, soit par la conception même du convertisseur.

Lorsque les techniques de rebobinage conforme (à l'original) sont utilisées, l'ensemble des exigences suivantes doit être respecté:

- a) Un essai de flux sur le noyau doit être réalisé, à une valeur appropriée, telle que 1,5 T (50 Hz) ou 1,32 T (60 Hz), avant et après avoir retiré l'enroulement, afin de vérifier l'état du noyau. Les pertes dans le noyau après ce dénudage ne doivent pas dépasser 110 % des pertes dans le noyau avant dénudage.
- b) Le retrait de l'enroulement statorique doit être réalisé par le biais d'une extraction par traitement chimique, pyrolyse contrôlée (décomposition par combustion avec température contrôlée) lors de laquelle la température du stator ne dépasse pas 370 °C ou par procédé d'extraction à froid.
- c) La section transversale du conducteur ne doit pas être inférieure à la section transversale de l'enroulement d'origine et ne doit pas dépasser 103 % de la section transversale de l'enroulement d'origine.
- d) Le type d'enroulement utilisé sur l'enroulement d'origine doit également être utilisé pour le rebobinage – par exemple, enroulement à une seule couche, double couche, imbriqué, concentrique, etc.

- e) Le nombre de conducteurs/encoche, et les trajets parallèles par phase doivent les mêmes que dans l'enroulement d'origine.
- f) La spire de la bobine, en longueur moyenne, ne doit pas être supérieure à la bobine d'enroulement d'origine ou, de préférence réduite en longueur.
- g) La saillie de l'enroulement statorique doit être la même que pour l'enroulement d'origine.
- h) Les capteurs de température intégrés doivent être installés au même emplacement que les capteurs de température intégrés de l'enroulement d'origine.
- i) Le procédé/système de vernis générique doit être le même que celui utilisé dans l'enroulement d'origine, tel que la résine époxy en écoulement goutte à goutte, la résine sans solvant utilisant la VPI, ou le triple trempage avec préchauffage et durcissement dans la résine avec solvant
- j) Après imprégnation mais avant le durcissement, l'alésage du stator doit être nettoyé. Il s'agit là de réduire la nécessité de procéder au nettoyage de l'alésage du stator, une fois que l'enroulement statorique a été durci, ce qui peut augmenter les pertes vagabondes.
- k) La résistance/phase ou la résistance entre les bornes doit se situer à $\pm 5\%$ de l'enroulement d'origine.

NOTE 2 Des informations complémentaires relatives à l'Évaluation des Pratiques d'Excellence au cours du Rebobinage & de la Réparation' figurent dans l'Annexe D.

9.2.6.2 Réparation des rotors des machines tournantes

Un rotor à barres défectueux doit être remplacé par un rotor neuf produit par le constructeur d'origine ou réparé en utilisant des matériaux de spécification identique. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des barres du rotor à cage, un bon ancrage de ces barres dans les encoches. Il convient de mettre en œuvre la méthode d'ancrage utilisée par le constructeur.

Un rotor à cage moulé sous pression défectueux doit être remplacé par un rotor neuf, produit par le constructeur d'origine.

Si le constructeur d'origine ne peut plus fournir de rotor de remplacement, il est possible de réaliser un nouvel enroulement de rotor avec des caractéristiques identiques à l'original.

NOTE Des caractéristiques identiques impliquent des matériaux et des caractéristiques dimensionnelles de la bague de court-circuit et des dispositifs d'assistance à la ventilation.

Les dommages à la surface externe de la bague de court-circuit d'un rotor moulé sous pression, y compris les dispositifs d'assistance à la ventilation, peuvent être réparés.

9.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

9.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle et après remontage de l'appareil, les enroulements doivent être soumis aux vérifications et essais suivants, dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Il convient que la résistance de l'enroulement de remplacement ne diffère pas de la résistance de l'enroulement d'origine de plus de 5 %. Dans le cas d'enroulements polyphasés, les résistances de chaque phase ou entre bornes doivent être équilibrées. Un déséquilibre (c'est-à-dire une différence entre les valeurs les plus hautes et les plus basses) doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Si la résistance de l'enroulement réparé diffère de plus de 5 % de celle de l'enroulement d'origine (obtenue à partir des données du constructeur d'origine, de la mesure d'un enroulement intact, ou déduite par le calcul de l'enroulement endommagé), des essais thermiques supplémentaires peuvent être requis afin de confirmer que la classe d'isolation et la classe de température annoncées sont toujours conformes.

NOTE 2 Au cas où la résistance de l'enroulement ne serait pas équilibrée, il conviendrait de faire vérifier par une personne compétente que ce moteur particulier convient bien à l'application prévue.

- b) Un essai de résistance d'isolement doit être fait en mesurant la résistance entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la terre. Une tension d'essai minimale de 500 V en courant continu est recommandée.

La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type d'appareil et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.

NOTE 3 Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 M Ω à 20 °C, pour un appareil entièrement rebobiné, prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.

- c) Un essai diélectrique conforme à la norme applicable de l'appareil doit être effectué entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rapportent.
- d) Le transformateur ou appareil analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. Il convient que la valeur mesurée soit comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; dans la mesure du raisonnable, elles doivent être équilibrées entre toutes les phases, pour les installations polyphasées.
- e) Les appareils à haute tension (par exemple, 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) et autre appareil spécial peuvent nécessiter des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

9.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent raisonnablement être mis en œuvre.

- a) La machine doit être mise en marche à la vitesse assignée et à la tension assignée pour vérifier la température des paliers, le bruit ou les vibrations et les valeurs de courant à vide. On doit rechercher et éliminer la cause de toute augmentation de température de palier préjudiciable, de tout bruit anormal et/ou vibration anormale. Le déséquilibre du courant à vide doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Lorsque la vitesse assignée est une plage de valeurs, il convient de faire l'essai à la vitesse la plus élevée possible de cette plage.

- b) Le rotor étant calé, les enroulements statoriques des machines à cage doivent être alimentés sous une tension réduite, de manière à obtenir entre 75 % et 125 % du courant à pleine charge et de s'assurer de l'équilibre des phases. (Cet essai, qui est en quelque sorte une variante de l'essai à pleine charge, est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses connexions et à déceler des défauts rotoriques). Un déséquilibre inférieur à 5 % de la valeur médiane est acceptable.

NOTE 2 Dans le cas où cet essai ne serait pas raisonnablement réalisable, il conviendrait d'utiliser d'autres moyens de vérification.

- c) Les machines à haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ou sans cage peuvent nécessiter une variante des essais ou des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE 3 Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

9.2.6.4 Capteurs de température

9.2.6.4.1 Enroulements réparés

Si des capteurs de température enfouis ont été inclus pour surveiller les températures d'enroulement, il est recommandé que les éléments de remplacement aient les mêmes caractéristiques que les capteurs d'origine et qu'ils soient noyés dans l'enroulement réparé avant imprégnation et cuisson.

9.2.6.4.2 Révision

Il est recommandé de vérifier les capteurs de température et en cas de défectuosité de les remplacer à l'occasion de toute révision. Si le remplacement est exigé, les capteurs de température doivent être tels que spécifiés dans les documents préparés conformément à l'IEC 60079-0, et doivent être installés comme cela est stipulé dans ces documents. Le remplacement des capteurs de température enfouis défectueux lors d'une révision, exigés par les documents du certificat, nécessitera un rebobinage du stator.

NOTE Si les documents ne sont pas disponibles ou si des capteurs de température identiques ne sont pas disponibles, il convient que la personne responsable évalue et documente l'acceptabilité du remplacement.

9.2.7 Parties transparentes ou translucides

Les parties transparentes ou translucides en matière plastique ne doivent pas être nettoyées avec des solvants. Des détergents ménagers peuvent être utilisés.

9.2.8 Parties encapsulées

Les parties encapsulées (par exemple des interrupteurs dans des luminaires) ne sont généralement pas considérées comme pouvant être réparées.

9.2.9 Batteries

Si des piles ou accumulateurs sont utilisés, les instructions du constructeur doivent être demandées avant toute réparation ou remplacement.

9.2.10 Lampes

Le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée.

9.2.11 Douilles

Les douilles ne doivent être remplacées que par des composants prévus par le constructeur, s'ils sont disponibles. Si ces composants ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil ou des composants remplacés et au(x) type(s) de protection standard.

NOTE Il convient que la position du réflecteur, s'il y a en, ou la distance entre la lampe et le verre soient maintenues.

9.2.12 Ballasts

Les inductances et les condensateurs ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur, s'ils sont disponibles. Si ces composants ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil ou des composants remplacés et aux type(s) de protection standard.

9.2.13 Dispositifs à coupure enfermée

En général les dispositifs à coupure enfermée ne sont pas considérés comme pouvant être réparés. Ils doivent être remplacés par des éléments spécifiés par le constructeur.

9.2.14 Dispositifs de respiration

Les dispositifs de respiration doivent être entretenus afin de maintenir les propriétés de protection contre l'explosion de l'enveloppe conformément aux documents. Si ces documents ne sont pas disponibles, les dispositifs de respiration ne doivent être remplacés que par les éléments énumérés dans les documents du certificat. Si les dispositifs de respiration

comportent un certificat de composant "Ex", seule une pièce dûment certifiée et dimensionnée peut être utilisée.

9.3 Remise en état

9.3.1 Généralités

Les remises en état utilisant les techniques spécifiées en 4.4.2.4 peuvent être utilisées avec le mode de protection "n" sous réserve des restrictions suivantes de ce paragraphe.

9.3.2 Enveloppes

Si des dommages peu importants aux enveloppes, boîtes à bornes et couvercles doivent être réparés par soudage ou suture métallique, on doit prendre soin de s'assurer que l'intégrité de l'appareil n'est pas significativement diminuée au point d'altérer le mode de protection, et notamment qu'il continue à satisfaire à l'essai de choc mécanique et conserve le degré de protection contre la pénétration.

9.3.3 Joints

Lorsque les surfaces de joints endommagées ou corrodées doivent être usinées, la résistance mécanique et la fonction de l'élément ne doivent pas être affaiblies, ni le degré de protection affecté.

Les joints à emboîtement sont normalement prévus pour réaliser une mise en place avec un ajustement serré. L'usinage de la partie mâle nécessite donc un apport de métal à la partie femelle et son usinage (ou réciproquement) pour maintenir la précision de la mise en place du joint. Lorsqu'une partie seulement est endommagée, elle peut être remise à la dimension d'origine par apport de métal et usinage. Cet apport doit être réalisé par dépôt électrolytique, chemisage ou soudage, mais les techniques de métallisation qui ont une force d'arrachement inférieure à 40 MPa ne sont pas recommandées.

9.3.4 Arbres et logements

La remise en état des arbres et des logements de roulements peut être faite, de préférence par des techniques de métallisation ou chemisage. Le soudage peut convenir à condition de tenir compte des limites de cette technique (voir 4.4.2.2.9).

9.3.5 Paliers lisses

Les surfaces des paliers lisses peuvent être remises en état par dépôt électrolytique ou métallisation ou soudage (à l'exception de la technique MMA).

9.3.6 Rotors et stators

Si des rotors et des stators doivent être rectifiés pour supprimer des décentremements et des dommages superficiels, l'augmentation résultante de l'entrefer entre le rotor et le stator peut générer des températures de surface externe plus élevées, ce qui pourrait alors conduire à dépasser la classe de température de la machine. S'il existe des incertitudes concernant les effets néfastes possibles sur la classe de température, le réparateur doit demander des conseils, de préférence au constructeur, avant d'adopter ce procédé.

Les circuits magnétiques des stators rectifiés ou endommagés doivent être soumis à un "essai de flux" afin de s'assurer qu'il ne subsiste pas de points chauds pouvant influencer de façon néfaste sur la classification en température ou entraîner des dommages ultérieurs aux enroulements statoriques.

9.4 Transformations et modifications

9.4.1 Enveloppes

Les enveloppes peuvent être modifiées à condition que la classe de température, le degré de protection contre la pénétration et les exigences de l'essai de choc mécanique, spécifiés dans la norme applicable, soient respectés.

9.4.2 Entrées de câbles et de conduits

On doit veiller à s'assurer que le mode et le degré de protection contre la pénétration spécifiés sont maintenus.

9.4.3 Bornes de raccordement

Les bornes ne doivent être modifiées que si la conformité à la norme de l'appareil est respectée.

9.4.4 Enroulements

Il est autorisé de rebobiner un appareil pour une autre tension après en avoir référé au constructeur, à condition, par exemple, que la saturation magnétique, les densités de courant et les pertes ne soient pas augmentées, que les nouvelles distances dans l'air et lignes de fuite soient conformes et que la nouvelle tension reste dans les limites des documents du certificat. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

Le rebobinage d'une machine tournante pour une vitesse différente n'est pas autorisé sans avoir pris l'avis du constructeur, parce que les caractéristiques électriques et thermiques peuvent se trouver modifiées au point de sortir des limites des documents du certificat.

9.4.5 Appareil auxiliaire

Dans le cas où un équipement auxiliaire serait nécessaire, par exemple des radiateurs anti-condensation ou des détecteurs de température, le constructeur doit être consulté sur la possibilité de la modification proposée et le procédé à mettre en œuvre.

10 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision d'un appareil conformément à l'IEC 60079-26

Aucune réparation ou révision ne doit être effectuée sans la disponibilité d'informations du constructeur. En plus de la conformité aux exigences de l'IEC 60079-26, les exigences applicables des Articles 5 à 8 de la présente norme s'appliquent.

Si les documents du certificat ne sont pas disponibles, l'appareil doit être soumis à de nouveaux essais conformément à la norme de l'appareil appropriée.

11 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection Groupe III "t" (précédemment connu sous l'appellation "tD" ou DIP)

11.1 Application

Le présent article contient des exigences détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification des appareils avec le mode de protection Groupe III "t" (précédemment connu sous l'appellation "tD" ou DIP). Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives à l'appareil auxquelles on doit se référer lors de la réparation et

de la révision de l'appareil Groupe III "t" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine.

NOTE La température la plus élevée, atteinte par toute partie de la surface d'un appareil électrique lorsqu'il est soumis à l'essai dans les conditions définies sans poussière ou avec couche de poussière, à la température ambiante maximale spécifiée (normalement 40 °C) est indiquée sur l'appareil comme valeur de température *T*. L'appareil soumis à la méthode A, avec le préfixe de zone A, a été vérifié par un essai de type dans les conditions définies sans poussière. L'appareil soumis à la méthode B, avec un préfixe de zone B, a été soumis à un essai de type sous les conditions définies avec poussière.

11.2 Réparation et révision

11.2.1 Enveloppes

Bien qu'il soit, en principe, préférable d'obtenir de nouvelles parties du constructeur, les parties endommagées peuvent être réparées ou remplacées à condition que le degré de protection contre la pénétration et la classe de température, spécifiés sur la plaque de certification, soient préservés.

NOTE Les caractéristiques spécifiques IP font partie intégrante du mode de protection Groupe III "t" (précédemment connu sous l'appellation "tD" ou DIP). Les performances des garnitures d'étanchéité et des joints sont critiques afin de maintenir ces caractéristiques IP; ils ont été soumis à un traitement spécial et à des essais, et il convient de ne les remplacer que par des garnitures d'étanchéité et des joints de matériaux identiques et de construction identique.

Si un contrôle visuel (par exemple pénétration de poussière ou d'eau) indique que l'efficacité des éléments de scellement de l'enveloppe a subi une détérioration ou un vieillissement, de tels éléments doivent être remplacés, de préférence en utilisant les pièces de rechange d'origine fournies par le constructeur de l'appareil ou des joints de qualité équivalente. Une attention particulière doit être apportée à la garantie des caractéristiques du matériau équivalent, telles que la méthode de rétention, la continuité périphérique, la dureté au duromètre, le pourcentage de recouvrement, etc.

S'il y a le moindre signe de dépassement de la température spécifiée ou, en cas de doute, des mesures réelles doivent être prises, conformément au mode ou aux modes de protection de l'appareil considéré. Si nécessaire, des parties actives, telles que les enroulements, les noyaux, les systèmes de refroidissement, doivent être remplacées par les pièces détachées du constructeur et/ou sur avis.

Un degré de protection plus sévère que celui spécifié par la norme de l'appareil peut avoir été respecté pour tenir compte des conditions d'environnement, auquel cas la réparation ne doit pas compromettre un tel degré de protection plus élevé.

Une attention particulière est attirée sur les exigences relatives à l'essai de choc mécanique pour toutes les parties de l'enveloppe, telles qu'elles sont précisées par la norme de l'appareil.

Une distance adéquate doit être maintenue entre les parties fixes et les parties en rotation conformément à la norme de l'appareil.

L'attention est attirée sur les effets que les finitions des surfaces, la peinture, etc. ont sur la classe de température des enveloppes. Il convient que seules les finitions spécifiées par le constructeur soient appliquées.

Les matériaux en plastique pour les enveloppes, les parties des enveloppes ou les parties du système de ventilation externe des machines électriques tournantes sont conçus pour éviter le danger d'inflammation dû à la propagation des décharges en aigrette. Les pièces détachées, en plus de la conformité dimensionnelle, doivent avoir les propriétés de décharge électrostatique telles que spécifiées dans l'IEC 61241-0.

11.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées doivent conserver au minimum un degré de protection IP5X ou IP6X, suivant le cas, conformément aux exigences de l'IEC 60529.

11.2.3 Bornes de raccordement

Un soin particulier doit être observé, lors de la réfection des compartiments des bornes, de maintenir les distances dans l'air et lignes de fuite, et la protection contre la pénétration, en conformité avec la norme de l'appareil. Lorsque des vis non métalliques sont utilisées pour la fixation, seules des vis de remplacement composées de matériaux identiques, doivent être utilisées.

Lorsque les bornes ne sont pas fixes, la méthode de raccordement, y compris l'isolation, doivent être conformes aux documents du certificat.

11.2.4 Isolation

Une classe d'isolation supérieure à celle d'origine ne permet pas un accroissement des caractéristiques assignées de l'appareil sans l'avis du constructeur.

11.2.5 Connexions internes

La section de toute connexion de remplacement ne doit pas être inférieure à celle des connexions montées à l'origine.

11.2.6 Enroulements

11.2.6.1 Généralités

Lors d'un rebobinage, il est essentiel que les spécifications de l'enroulement d'origine soient déterminées et que le nouvel enroulement soit conforme à celui d'origine. Si une isolation supérieure à celle d'origine est proposée, il n'est pas admis d'augmenter les caractéristiques assignées de l'enroulement sans avis du constructeur, sinon cela pourrait avoir une incidence défavorable sur la classe de température de l'appareil.

De préférence, il convient que les spécifications d'origine des enroulements soient obtenues du constructeur. Lorsque cela n'est pas possible les techniques du rebobinage conforme peuvent alors être utilisées, incluant la détermination des raccordements des enroulements, la dimension des conducteurs, le nombre de tours, le pas de bobinage, la saillie des enroulements, et peut inclure une détermination de la résistance des bobinages d'origine.

Il n'est pas recommandé de faire un remplacement partiel d'un enroulement, excepté sur les gros appareils où cela peut être fait, à moins qu'on n'ait pris l'avis du constructeur ou de l'autorité de certification.

11.2.6.2 Réparation des rotors des machines

Un rotor à barres défectueux doit être remplacé par un rotor neuf produit par le constructeur d'origine ou réparé en utilisant des matériaux de spécification identique. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des barres du rotor à cage, un bon ancrage de ces barres dans les encoches. Il convient de mettre en œuvre la méthode d'ancrage utilisée par le constructeur.

Un rotor à cage moulé sous pression défectueux doit être remplacé par un rotor neuf, produit par le constructeur d'origine.

Si le constructeur d'origine ne peut plus fournir de rotor de remplacement, il est possible de réaliser un nouvel enroulement de rotor avec des caractéristiques identiques à l'original.

NOTE Des caractéristiques identiques impliquent des matériaux et des caractéristiques dimensionnelles de la bague de court-circuit et des dispositifs d'assistance à la ventilation.

Les dommages à la surface externe de la bague de court-circuit d'un rotor moulé sous pression, y compris les dispositifs d'assistance à la ventilation, peuvent être réparés.

11.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

11.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle et après remontage de l'appareil, les enroulements doivent être soumis aux vérifications et essais suivants, dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre:

- a) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Il convient que la résistance de l'enroulement de remplacement ne diffère pas de la résistance de l'enroulement d'origine de plus de 5 %. Dans le cas d'enroulements polyphasés, les résistances de chaque phase ou entre bornes doivent être équilibrées. Un déséquilibre (c'est-à-dire une différence entre les valeurs les plus hautes et les plus basses) doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Si la résistance de l'enroulement réparé diffère de plus de 5 % de celle de l'enroulement d'origine, des essais thermiques supplémentaires peuvent être requis afin de confirmer que la classe d'isolation et la classe de température annoncées sont toujours conformes.

NOTE 2 Au cas où la résistance de l'enroulement ne serait pas équilibrée, il conviendrait de faire vérifier par une personne compétente que ce moteur particulier convient bien à l'application prévue.

- b) Un essai de résistance d'isolement doit être fait en mesurant la résistance entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la terre. Une tension d'essai minimale de 500 V en courant continu est recommandée.

La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type d'appareil et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.

NOTE Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 M Ω à 20 °C, pour un appareil entièrement rebobiné, prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.

- c) Un essai diélectrique conforme à la norme applicable de l'appareil doit être effectué entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rapportent.
- d) Le transformateur ou appareil analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. Il convient que la valeur mesurée soit comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; dans la mesure du raisonnable, elles doivent être équilibrées entre toutes les phases, pour les installations polyphasées.
- e) Les appareils à haute tension (par exemple, 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) et autre appareil spécial peuvent nécessiter des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

11.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent raisonnablement être mis en œuvre.

- a) La machine doit être mise en marche à la vitesse assignée et à la tension assignée pour vérifier la température des paliers, le bruit ou les vibrations et les valeurs de courant à vide. On doit rechercher et éliminer la cause de toute augmentation de température de palier préjudiciable, de tout bruit anormal et/ou vibration anormale. Le déséquilibre du courant à vide doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE Lorsque la vitesse assignée est une plage de valeurs, il convient de faire l'essai à la vitesse la plus élevée possible de cette plage.

- b) Le rotor étant calé, les enroulements statoriques des machines à cage doivent être alimentés sous une tension réduite, de manière à obtenir entre 75 % et 125 % du courant à pleine charge et de s'assurer de l'équilibre des phases. (Cet essai, qui est en quelque sorte une variante de l'essai à pleine charge, est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses connexions et à détecter des défauts rotoriques). Le déséquilibre doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE Dans le cas où cet essai ne serait pas raisonnablement réalisable, il conviendrait d'utiliser d'autres moyens de vérification.

- c) Les machines à haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ou sans cage peuvent nécessiter une variante des essais, ou des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

11.2.6.4 Capteurs de température

11.2.6.4.1 Enroulements réparés

Si des capteurs de température enfouis ont été inclus pour surveiller les températures d'enroulement, il est recommandé que les éléments de remplacement aient les mêmes caractéristiques que les capteurs d'origine et qu'ils soient noyés dans l'enroulement réparé avant imprégnation et cuisson.

11.2.6.4.2 Révision

Il est recommandé de vérifier les capteurs de température et en cas de défectuosité de les remplacer à l'occasion de toute révision. Si le remplacement est exigé, les capteurs de température doivent être tels que spécifiés dans les documents préparés conformément à l'IEC 60079-0, et doivent être installés comme cela est stipulé dans ces documents. Le remplacement des capteurs de température enfouis défectueux lors d'une révision, exigés par les documents du certificat, nécessitera un rebobinage du stator.

NOTE Si les documents ne sont pas disponibles ou si des capteurs de température identiques ne sont pas disponibles, il convient que la personne responsable évalue et documente l'acceptabilité du remplacement.

11.2.7 Parties transparentes ou translucides

Les parties transparentes ou translucides en matière plastique ne doivent pas être nettoyées avec des solvants. Des détergents de ménage peuvent être utilisés.

11.2.8 Batteries

Lorsque les batteries sont usées, on doit se référer aux instructions du fabricant avant l'exécution de n'importe quelle réparation ou remplacement.

11.2.9 Lampes

Le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée.

11.2.10 Douilles

Les éléments de remplacement listés par le constructeur doivent être utilisés, s'ils sont disponibles. Si ces éléments ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil aux normes relatives au mode ou aux modes de protection considérés.

NOTE Il convient que la position du réflecteur, s'il y a en, ou la distance entre la lampe et le verre soient maintenues.

11.2.11 Ballasts

Les inductances et les condensateurs ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur, s'ils sont disponibles. Si ces composants ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil ou des composants remplacés et aux type(s) de protection standard.

11.2.12 Dispositifs de respiration

Les dispositifs de respiration ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur. En variante, une pièce dûment certifiée et dimensionnée peut être utilisée.

NOTE Le terme "dûment certifié" inclut le mode de protection, le groupe de gaz et les caractéristiques de protection contre les pénétrations (si applicable).

11.3 Remise en état

Les remises en état utilisant les techniques spécifiées en 4.4.2.4 peuvent être utilisées avec le mode de protection "t" sous réserve des restrictions suivantes de ce paragraphe.

11.3.1 Enveloppes

Si des dommages peu importants aux enveloppes, boîtes à bornes et couvercles doivent être réparés par soudage ou suture métallique, on doit prendre soin de s'assurer que l'intégrité de l'appareil n'est pas significativement diminuée au point d'altérer le mode de protection, et notamment qu'il continue à satisfaire à l'essai de choc mécanique et conserve le degré de protection contre la pénétration.

11.3.2 Joints

Lorsque les surfaces de joints endommagées ou corrodées doivent être usinées, la résistance mécanique et la fonction de l'élément ne doivent pas être affaiblies ni le degré de protection affecté.

Les joints à emboîtement sont normalement prévus pour réaliser une mise en place avec un ajustement serré. L'usinage de la partie mâle nécessite donc un apport de métal à la partie femelle et son usinage (ou réciproquement) pour maintenir la précision de la mise en place du joint. Lorsqu'une partie seulement est endommagée, elle peut être remise à la dimension d'origine par apport de métal et usinage. Cet apport doit être réalisé par dépôt électrolytique, chemisage ou soudage, mais les techniques de métallisation qui ont une force d'arrachement inférieure à 40 MPa ne sont pas recommandées.

11.3.3 Arbres et logements

La remise en état des arbres et des logements de roulements peut être faite, de préférence par des techniques de métallisation ou chemisage. Le soudage (à l'exception de MMA) peut convenir à condition de tenir compte des limites de cette technique (voir 4.4.2.2.9).

11.3.4 Paliers lisses

Les surfaces des paliers lisses peuvent être remises en état par dépôt électrolytique ou métallisation ou soudage (à l'exception de la technique MMA).

11.3.5 Rotors et stators

Si des rotors et des stators doivent être rectifiés pour supprimer des décentremments et des dommages superficiels, l'augmentation résultante de l'entrefer entre le rotor et le stator peut générer une modification des températures de surface externe, ce qui pourrait alors conduire à dépasser la classe de température de la machine. S'il existe des incertitudes concernant les

effets néfastes possibles sur la classe de température, le réparateur doit demander des conseils, de préférence au constructeur, avant d'adopter ce procédé.

Les circuits magnétiques des stators rectifiés ou endommagés doivent être soumis à un "essai de flux" afin de s'assurer qu'il ne subsiste pas de points chauds pouvant influencer de façon néfaste sur la classification en température ou entraîner des dommages ultérieurs aux enroulements statoriques.

11.4 Transformations et modifications

11.4.1 Enveloppes

Les enveloppes peuvent être modifiées à condition que la classe de température, le degré de protection contre la pénétration et les exigences de l'essai de choc mécanique, spécifiés dans la norme applicable, soient respectés.

11.4.2 Entrées de câbles et de conduits

On doit veiller à s'assurer que le mode et le degré de protection contre la pénétration spécifiés sont maintenus.

11.4.3 Enroulements

Il est autorisé de rebobiner un appareil pour une autre tension après en avoir référé au constructeur, à condition, par exemple, que la saturation magnétique, les densités de courant et les pertes ne soient pas augmentées, que les nouvelles distances dans l'air et lignes de fuite soient conformes et que la nouvelle tension reste dans les limites des documents du certificat. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

Le rebobinage d'une machine tournante pour une vitesse différente n'est pas autorisé sans avoir pris l'avis du constructeur parce que les caractéristiques électriques et thermiques peuvent se trouver modifiées au point de sortir des limites des documents du certificat.

11.4.4 Appareil auxiliaire

Dans le cas où un équipement auxiliaire est nécessaire, par exemple des radiateurs anti-condensation ou des détecteurs de température, le constructeur doit être consulté sur la possibilité de la modification proposée et le procédé à mettre en œuvre.

12 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "pD"

12.1 Application

Le présent article contient des exigences détaillées supplémentaires pour la réparation, la révision, la remise en état, la transformation et la modification des appareils dotés du mode de protection "pD". Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives à l'appareil auxquelles on doit se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil "pD" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine.

L'appareil utilisé à l'intérieur des enveloppes, qui est certifié conforme aux exigences de l'IEC 61241-4 "pD", est généralement non spécifié par rapport à cette norme. Des changements peuvent par conséquent être réalisés pour cet appareil inclus, sans invalider le certificat. Cependant, des restrictions d'ordre général existent telles que les performances électriques et la température qui sont prises en considération si des modifications internes à l'appareil sont apportées.

NOTE Le balayage n'est pas autorisé avec le mode de protection "pD", contrairement à ce qui est le cas pour le mode de protection "p". Le nettoyage interne des enveloppes est nécessaire avant que la connexion électrique ne puisse être effectuée selon l'IEC 61241-4.

12.2 Réparation et révision

Les exigences pour la réparation et la révision sont identiques à celles de la protection "p" comme cela est spécifié à l'Article 7.

12.3 Remise en état

Les exigences pour la remise en état sont identiques à celles de la protection "p" comme cela est spécifié à l'Article 7.

12.4 Modifications

Les exigences pour les modifications sont identiques à celles de la protection "p", comme cela est spécifié à l'Article 7.

Annexe A (normative)

Identification de l'appareil réparé par un marquage

A.1 Information relative au marquage

L'appareil réparé et révisé doit être marqué sur sa partie principale en un endroit bien visible. Ce marquage doit être bien lisible et durable, en tenant compte de toutes les conditions environnementales applicables. Le marquage doit comprendre:

- le symbole approprié (voir l'Article A.2 ci-dessous);
- le numéro de la norme "IEC 60079-19" ou l'équivalent national;
- le nom du réparateur ou sa marque déposée et la certification de l'atelier de réparation, le cas échéant;
- le numéro de référence du réparateur, relatif à la réparation;
- la date de la révision ou de la réparation.

Le marquage peut être sur une plaque fixée à demeure sur l'appareil réparé.

Dans l'éventualité de réparations ultérieures, la plaque précédente doit être retirée et un enregistrement doit être fait de tous les marquages des réparations/révisions qu'elle portait.

Si la plaque précédente a été retirée et qu'elle portait le symbole triangulaire présenté en A.2.2, il convient d'utiliser le même symbole triangulaire sur les plaques suivantes, sauf si le réparateur restaure l'appareil dans son ensemble en conformité totale avec les documents du certificat.

Tout marquage relatif à la protection contre l'explosion doit être retiré de l'appareil qui, après réparation et révision, n'est conforme ni aux documents du certificat ni à la norme ou aux normes se rapportant au mode de protection contre l'explosion, avec l'accord du constructeur.

NOTE Il convient de vérifier les plaques de certification existantes pour s'assurer qu'elles sont bien apposées et lisibles.

A.2 Symboles

A.2.1 Conformes aux documents du certificat et/ou aux spécifications du constructeur

Cette marque ne doit être utilisée que si la réparation ou la remise en état est conforme à la présente norme et que le réparateur a suffisamment de preuves de la conformité totale avec les documents du certificat et/ou les spécifications du constructeur.



A.2.2 Conformes aux normes relatives aux modes de protection, mais non aux documents du certificat

Cette marque sera utilisée quand:

- a) l'appareil est modifié pendant la réparation ou la remise en état, de sorte qu'il est toujours conforme aux restrictions imposées par la présente norme et aux normes sur la protection contre l'explosion suivant lesquelles il a été fabriqué, mais le réparateur n'a pas suffisamment de preuves de la conformité totale avec les documents du certificat; ou

- b) les normes utilisées pour la fabrication de l'appareil ne sont pas connues, mais les exigences de la présente norme et l'édition en vigueur des normes sur la protection contre l'explosion correspondantes ont été appliquées, mais le réparateur n'a pas suffisamment de preuves de la conformité totale avec les documents du certificat. Une évaluation par une personne compétente dans le domaine des appareils protégés contre l'explosion a été réalisée pour vérifier la conformité de l'appareil avec le niveau de sécurité correspondant avant sa livraison par le réparateur.

Il convient de ne pas retirer les plaques de certification dans ces situations.



NOTE Ces marquages sont nécessaires dans l'intérêt des réparateurs ultérieurs et seule la différence entre les marquages identifie la méthode de conformité.

A.2.3 Autres situations

Il convient de retirer ou de modifier la plaque apposée par le constructeur d'origine de l'appareil, qui, après réparation ou remise en état, ne satisfait pas à A.2.1 ou à A.2.2, de façon à indiquer clairement qu'il n'est pas conforme aux documents du certificat, tant qu'un certificat complémentaire n'a pas été obtenu pour couvrir la réparation ou la révision.

Si l'appareil est retourné à son propriétaire avant l'obtention d'un certificat complémentaire, il convient que l'enregistrement décrit en 4.4.1.5 indique que l'appareil n'est pas dans des conditions de bon fonctionnement et n'est pas à utiliser dans une atmosphère explosive.

Annexe B (normative)

Connaissances, compétences et autorités des "personnes responsables" et des "opérateurs"

B.1 Domaine d'application

La présente annexe spécifie les connaissances aptitudes et compétences des personnes auxquelles on se réfère dans la présente norme.

B.2 Connaissances et aptitudes

B.2.1 Personnes responsables

Les "personnes responsables" qui sont responsables pour les processus impliqués dans la révision, la réparation et la remise en état de modes spécifiques de protection contre l'explosion des appareils protégés contre l'explosion doivent posséder au moins les connaissances et aptitudes suivantes:

- a) une compréhension générale de l'ingénierie électrique et mécanique correspondante au niveau de l'artisan ou au-dessus;
- b) une compréhension pratique des principes et techniques de protection contre l'explosion;
- c) une compréhension et une capacité à lire et à évaluer les plans d'ingénierie;
- d) être familier avec les fonctions de mesure, y compris à la métrologie pratique, pour mesurer les quantités connues;
- e) une connaissance du travail et une compréhension des normes correspondantes dans le domaine de la protection contre l'explosion;
- f) une connaissance de base de l'assurance de qualité, y compris les principes de traçabilité des mesures et de l'étalonnage des instruments.

Ces personnes doivent s'impliquer dans la révision, la réparation et la remise en état dans les domaines de compétence nommés, mais ne pas s'engager dans des modifications de l'appareil protégé contre l'explosion sans les conseils d'experts.

B.2.2 Opérateurs

Pour réaliser les actions qui leur sont confiées, les opérateurs doivent posséder:

- a) une compréhension des principes généraux des modes de protection et du marquage;
- b) une compréhension des aspects de la conception de l'équipement relatifs à la protection;
- c) une compréhension des examens et des essais, tels qu'ils sont indiqués dans les parties correspondantes de la présente norme;
- d) une capacité à identifier les pièces de rechange et les composants autorisés par le constructeur;
- e) être familier avec les techniques particulières à utiliser pour les réparations auxquelles se réfère la présente norme.

B.3 Compétences

B.3.1 Généralités

La compétence doit s'appliquer à toutes les techniques de protection contre l'explosion pour lesquelles la personne est impliquée. Par exemple: il est possible qu'une personne soit compétente uniquement dans les domaines de la réparation et de la révision des moteurs Ex "d" et ne soit pas entièrement compétente pour la réparation des appareillages de connexion Ex "d" ou des moteurs Ex "e". Dans ce cas, la gestion de l'atelier de réparation doit le définir dans son système de documentation.

B.3.2 Personnes responsables

Les personnes responsables doivent être capables de démontrer leurs compétences et de fournir les preuves de leur connaissance et de leur aptitude, suivant les exigences spécifiées en B.2.1, correspondant aux modes de protection et/ou aux types de l'appareil impliqués.

B.3.3 Opérateurs

Les opérateurs doivent être capables de démontrer leurs compétences et de fournir les preuves de leur connaissance et de leur aptitude, suivant les exigences spécifiées en B.2.2, correspondant aux modes de protection et/ou aux types de l'appareil concernés.

Ils doivent également être capables de démontrer leur autorité en matière:

- d'utilisation et disponibilité des documents spécifiés en 4.4.1.5.1;
- de production de rapports de travail à l'utilisateur comme spécifié en 4.4.1.5.2;
- d'utilisation et production des enregistrements de l'atelier de réparation comme spécifié en 4.4.1.5.3.

B.4 Evaluation

La compétence des personnes responsables et des opérateurs doit être vérifiée et attribuée, à intervalles réguliers, conformément à 4.4.1.3, sur la base de preuves suffisantes que la personne:

- a) a les compétences nécessaires requises pour le domaine d'application du travail;
- b) peut agir de façon compétente entre les niveaux d'activité spécifiés; et
- c) a la connaissance correspondante et la compréhension du fondement de sa compétence.

Annexe C (normative)

Exigences pour les mesures des appareils antidéflagrants pendant la révision, la réparation et la remise en état (y compris un guide sur les tolérances)

C.1 Généralités

Il a été montré qu'en certaines occasions des appareils ayant réussi l'essai de transmission de flamme Ex d, avec les interstices portés au maximum spécifié par le constructeur, échouent à l'essai lorsqu'ils sont portés aux plus grands interstices autorisés par la norme Ex d. Ces appareils n'ayant pas nécessairement été marqués avec un "X" sur le certificat, il n'y a aucun moyen de savoir si l'appareil peut être réparé en toute sécurité aux valeurs permises par la norme ou s'il faut le réparer aux plus petites valeurs d'interstices spécifiées par le constructeur. Par conséquent, en l'absence de plans montrant les interstices utilisés par le constructeur, les réparateurs doivent utiliser les valeurs guides données par le Tableau C.1.

NOTE La Figure C.1 est équivalente au Tableau C.1.

Tableau C.1 – Détermination de l'interstice maximal des parties remises en état

Réf.	Condition		Interstice maximal
1.	Les dimensions sont disponibles dans les documents du certificat.		Utiliser les valeurs spécifiées dans ces documents.
2.	La norme nationale originale ^a exige que l'interstice d'essai soit porté à la valeur de cette norme.		Utiliser les valeurs spécifiées dans la norme utilisée.
3.a)	La norme originale ou la politique de l'organisme de certification exige que le suffixe "X" soit marqué lorsque l'interstice d'essai est inférieur aux valeurs données dans la norme utilisée.	Le certificat a un suffixe "X".	Utiliser les valeurs spécifiées dans les "conditions d'utilisation" avec le certificat.
3.b)		Le certificat n'a pas de suffixe.	
4.	Dimensions correspondantes déterminées avec précision: <ul style="list-style-type: none"> – par les mesures de l'appareil dans les conditions "nouvelles"; ou – à partir d'un appareil identique non endommagé; ou – à partir de parties non endommagées de l'appareil; ou – à partir de parties partiellement endommagées de l'appareil. 		Utiliser les valeurs déterminées par les mesures.
5.	Autre méthode par laquelle les dimensions originales sont déterminées avec précision.		Utiliser les valeurs ainsi déterminées.
6.a)	Autres conditions ^{b,c,d}	Jointes cylindriques pour arbres de machines tournantes avec paliers à roulements.	Utiliser 80 % de la valeur spécifiée dans l'édition en cours de l'IEC 60079-1.
6.b)		Autres joints	40 % de la valeur appropriée dans l'édition courante de l'IEC 60079-1 est plus petite que l'interstice de construction crédible.
6.c)			40 % de la valeur appropriée dans l'édition courante de l'IEC 60079-1 est plus grande que l'interstice de construction crédible.
<p>^a La "norme originale" est l'édition de la norme à laquelle l'appareil est certifié conforme.</p> <p>^b L'interstice réduit (80 % ou 40 %) s'applique uniquement aux parties endommagées sujettes à remise en état.</p> <p>^c Lorsque l'interstice réduit contrevient aux exigences pour le jeu "k" radial minimal et/ou le jeu "m" radial maximal, le jeu requis doit être le plus petit répondant aux exigences de "k" et de "m".</p> <p>^d Les interstices endommagés sur l'appareil dans un environnement nécessitant un matériel de Groupe IIC ne peuvent pas être remis en état.</p>			

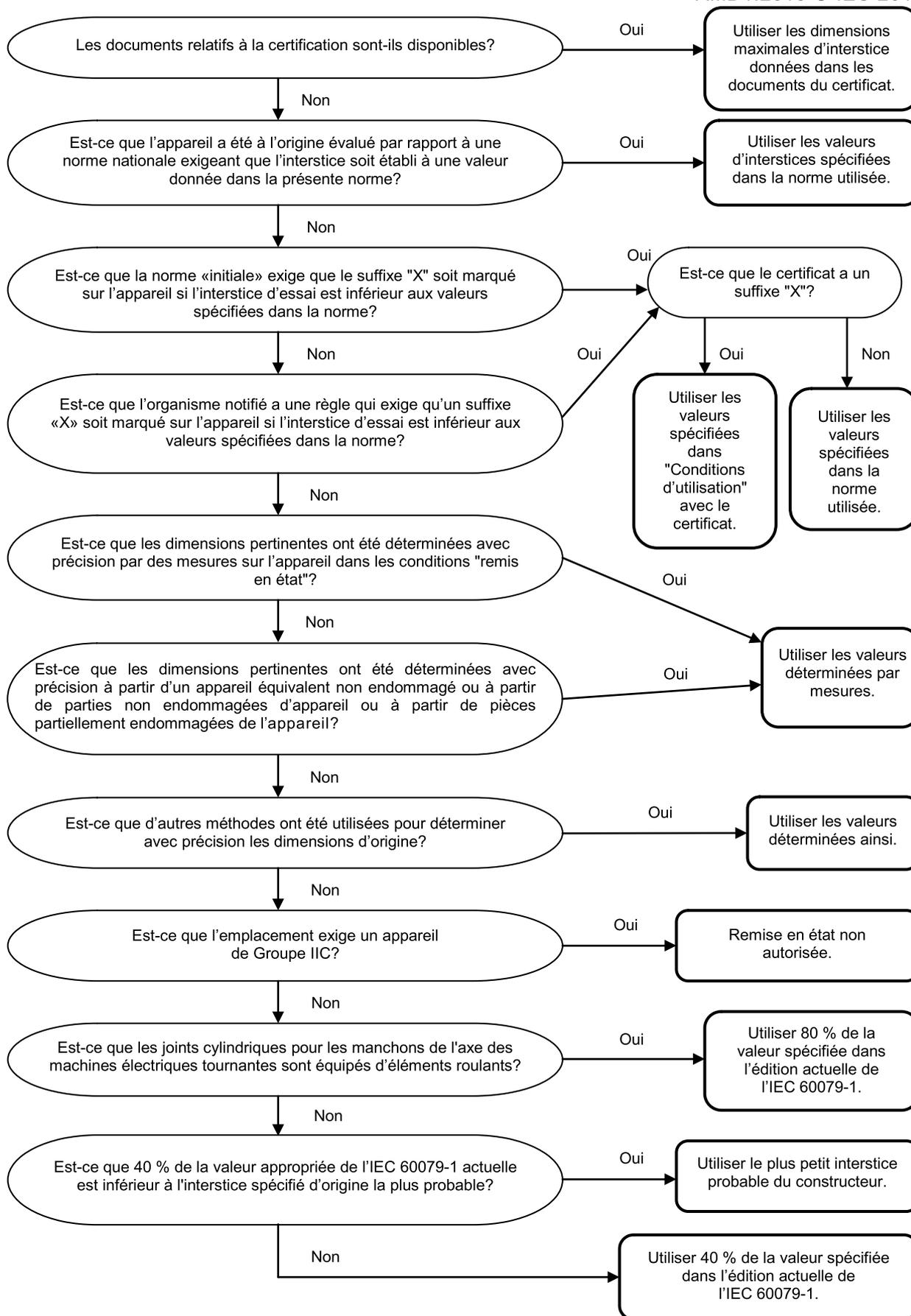


Figure C.1 – Détermination de l'interstice maximal des parties remises en état

Annexe D **(informative)**

Lors du rebobinage des moteurs électriques, il est important de maintenir le rendement d'origine de la machine pour prévenir une augmentation des pertes, ce qui peut affecter la classification en températures Ex.

Les informations relatives à l'effet du rebobinage sur le rendement des moteurs, ainsi que les lignes directrices relatives aux pratiques d'excellence au cours de la réparation et du rebobinage, figurent dans l'Étude ASA/AEMT portant sur le Rebobinage et intitulée:-

'The Effect of Repair/Rewind on Motor Efficiency'; publié par EASA & AEMT.

Cet ouvrage est téléchargeable gratuitement sur le site internet IECEx:

(<http://www.iecex.com/operational.htm>, Operating Document (Document d'exploitation) OD 301)

ou par le site web EASA:

(<http://www.easa.com/energy>)

Les lignes directrices relatives aux données dont aura besoin un atelier de service concernant l'enroulement statorique d'origine, pour réaliser un rebobinage conforme, figure dans l'IECEx ExTAG Decision Sheet (Feuille de Décision) 2013/006 (téléchargeable gratuitement sur le site internet IECEx:- http://www.iecex.com/extag_decisions.htm)

Bibliographie

IEC 60050-426, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 426: Appareil pour atmosphère explosive*

IEC 60034 (toutes parties), *Machines tournantes électriques*

IEC 60079-11, *Atmosphères explosives – Partie 11: Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque "i"*

IEC 60364 (all parts), *Installations électriques basse tension*

ISO 9000, *Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*

ISO 9001, *Systèmes de management de la qualité – Exigences*

ISO 17000, *Evaluation de la conformité – Vocabulaire et principes généraux*

FINAL VERSION

VERSION FINALE

**Explosive atmospheres –
Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation**

**Atmosphères explosives –
Partie 19: Réparation, révision et remise en état de l'appareil**

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
4 General	13
4.1 General principles	13
4.2 Statutory requirements for repair facility	14
4.3 Instructions for the user.....	14
4.3.1 Certificates and documents	14
4.3.2 Records and work instructions	14
4.3.3 Re-installation of repaired equipment	14
4.3.4 Repair facilities.....	15
4.4 Instructions for the repair facility	15
4.4.1 Repair and overhaul	15
4.4.2 Reclamations.....	19
4.4.3 Alterations and modifications	21
4.4.4 Temporary repairs	22
4.4.5 Rotating machinery.....	22
4.4.6 Inverters	23
5 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "d" (flameproof).....	23
5.1 Application	23
5.2 Repair and overhaul.....	23
5.2.1 Enclosures	23
5.2.2 Cable and conduit entries	24
5.2.3 Terminations	24
5.2.4 Insulation.....	24
5.2.5 Internal connections	24
5.2.6 Windings	24
5.2.7 Auxiliary equipment	26
5.2.8 Light-transmitting parts.....	27
5.2.9 Encapsulated parts.....	27
5.2.10 Batteries.....	27
5.2.11 Lamps	27
5.2.12 Lampholders.....	27
5.2.13 Ballasts	27
5.2.14 Breathing devices	27
5.3 Reclamation	27
5.3.1 General	27
5.3.2 Enclosures	27
5.3.3 Sleeving	28
5.3.4 Shafts and housings	28
5.3.5 Sleeve bearings.....	29
5.3.6 Rotors and stators	29
5.4 Alterations and modifications.....	29

5.4.1	Enclosures	29
5.4.2	Cable or conduit entries.....	29
5.4.3	Terminations	29
5.4.4	Windings	29
5.4.5	Auxiliary equipment	30
6	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "i" (intrinsic safety)	30
6.1	Application	30
6.2	Repair and overhaul	30
6.2.1	Enclosures	30
6.2.2	Cable glands	30
6.2.3	Terminations	30
6.2.4	Soldered connections	30
6.2.5	Fuses	31
6.2.6	Relays	31
6.2.7	Shunt diode safety barriers and galvanic isolators	31
6.2.8	Printed circuit boards.....	32
6.2.9	Optocouplers and piezoelectric components	32
6.2.10	Electrical components	32
6.2.11	Batteries.....	32
6.2.12	Internal wiring.....	32
6.2.13	Transformers	33
6.2.14	Encapsulated components.....	33
6.2.15	Non-electrical parts	33
6.2.16	Testing	33
6.3	Reclamation	33
6.4	Modifications	33
7	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "p" (pressurized)	33
7.1	Application	33
7.2	Repair and overhaul	34
7.2.1	Enclosures	34
7.2.2	Cable and conduit entries.....	34
7.2.3	Terminations	34
7.2.4	Insulation.....	34
7.2.5	Internal connections	34
7.2.6	Windings	34
7.2.7	Auxiliary devices	36
7.2.8	Light-transmitting parts.....	36
7.2.9	Encapsulated parts.....	36
7.2.10	Batteries.....	37
7.2.11	Lamps	37
7.2.12	Lampholders.....	37
7.2.13	Ballasts	37
7.3	Reclamation	37
7.3.1	General	37
7.3.2	Enclosures	37
7.3.3	Shafts and housings.....	37
7.3.4	Sleeve bearings.....	37

7.3.5	Rotors and stators	38
7.4	Alterations and modifications.....	38
7.4.1	Enclosures	38
7.4.2	Cable and conduit entries.....	38
7.4.3	Terminations	38
7.4.4	Windings	38
7.4.5	Auxiliary equipment	38
8	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "e" (increased safety).....	39
8.1	Application	39
8.2	Repair and overhaul.....	39
8.2.1	Enclosures	39
8.2.2	Cable or conduit entries.....	39
8.2.3	Terminations	39
8.2.4	Insulation.....	40
8.2.5	Internal connections	40
8.2.6	Windings	40
8.2.7	Light-transmitting parts.....	43
8.2.8	Encapsulated parts.....	43
8.2.9	Batteries.....	43
8.2.10	Lamps	43
8.2.11	Lampholders.....	44
8.2.12	Ballasts	44
8.2.13	Breathing devices	44
8.3	Reclamation	44
8.3.1	Enclosures	44
8.3.2	Sleeve bearings.....	44
8.3.3	Rotors and stators	45
8.4	Modifications	45
8.4.1	Enclosures	45
8.4.2	Cable and conduit entries.....	45
8.4.3	Terminations	45
8.4.4	Windings	45
8.4.5	Auxiliary equipment	45
9	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "n".....	45
9.1	Application	45
9.2	Repair and overhaul.....	46
9.2.1	Enclosures	46
9.2.2	Cable and conduit entries.....	46
9.2.3	Terminations	46
9.2.4	Insulation.....	46
9.2.5	Internal connections	46
9.2.6	Windings	47
9.2.7	Light-transmitting parts.....	50
9.2.8	Encapsulated parts.....	50
9.2.9	Batteries.....	50
9.2.10	Lamps	50
9.2.11	Lamp holders.....	50

9.2.12	Ballasts	50
9.2.13	Enclosed break devices	50
9.2.14	Breathing devices	51
9.3	Reclamation	51
9.3.1	General	51
9.3.2	Enclosures	51
9.3.3	Joints	51
9.3.4	Shafts and housings	51
9.3.5	Sleeve bearings.....	51
9.3.6	Rotors and stators	51
9.4	Alterations and modifications.....	52
9.4.1	Enclosures	52
9.4.2	Cable and conduit entries	52
9.4.3	Terminations	52
9.4.4	Windings	52
9.4.5	Auxiliary equipment	52
10	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment covered by IEC 60079-26	52
11	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection Group III ‘t’ (formerly known as ‘tD’ or DIP)	52
11.1	Application	52
11.2	Repair and overhaul	53
11.2.1	Enclosures	53
11.2.2	Cable and conduit entries	53
11.2.3	Terminations	53
11.2.4	Insulation.....	54
11.2.5	Internal connections	54
11.2.6	Windings	54
11.2.7	Light-transmitting parts.....	56
11.2.8	Batteries.....	56
11.2.9	Lamps	56
11.2.10	Lamp holders.....	56
11.2.11	Ballasts	56
11.2.12	Breathing devices	56
11.3	Reclamation	56
11.3.1	Enclosures	56
11.3.2	Joints	57
11.3.3	Shafts and housings	57
11.3.4	Sleeve bearings.....	57
11.3.5	Rotors and stators	57
11.4	Alterations and modifications.....	57
11.4.1	Enclosures	57
11.4.2	Cable and conduit entries	57
11.4.3	Windings	57
11.4.4	Auxiliary equipment	58
12	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection pressurization ‘pD’	58
12.1	Application	58
12.2	Repair and overhaul	58

12.3 Reclamation	58
12.4 Modifications	58
Annex A (normative) Identification of repaired equipment by marking	59
Annex B (normative) Knowledge, skills and competencies of “responsible persons” and “operatives”	61
Annex C (normative) Requirements for measurements in flameproof equipment during overhaul, repair and reclamation (including guidance on tolerances).....	63
Annex D (informative)	66
Bibliography.....	67
Figure C.1 – Determination of maximum gap of reclaimed parts.....	65
Table C.1 – Determination of maximum gap of reclaimed parts	63

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60079-19 bears the edition number 3.1. It consists of the third edition (2010-11) [documents 31J/180/FDIS and 31J/192/RVD] and its amendment 1 (2015-03) [documents 31J/249/FDIS and 31J/250/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 60079-19 has been prepared by subcommittee 31J: Classification of hazardous areas and installation requirements, of IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres.

The significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- inclusion of specific Group I requirements;
- inclusion of offshore requirements.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 60079 series, under the general title *Explosive atmospheres*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

When electrical equipment is installed in areas where dangerous concentrations and quantities of flammable gases, vapours, mists or dusts may be present in the atmosphere, protective measures are to be applied to reduce the likelihood of explosion due to ignition by arcs, sparks or hot surfaces produced either in normal operation or under specified fault conditions.

This part of IEC 60079 is supplementary to other relevant IEC standards, for example IEC 60364 series, as regards installation requirements, and also refers to IEC 60079 series and its appropriate parts for the design requirements of suitable electrical equipment.

Clause 4 of this part of IEC 60079 contains general requirements for the repair and overhaul of equipment and should be read in conjunction with the other relevant clauses of this standard dealing with the detailed requirements for individual types of protection.

In cases where protected equipment incorporates more than one type of protection, reference should be made to all clauses involved.

This part not only gives guidance on the practical means of maintaining the electrical safety and performance requirements of repaired equipment, but also defines procedures for maintaining, after repair, overhaul or reclamation, compliance of the equipment with the provisions of the certificate of conformity or with the provisions of the appropriate explosion protection standard where a certificate is not available.

The nature of the explosion protection offered by each type of protection varies according to its unique features. Reference should be made to the appropriate standard(s) for details.

Users will utilize the most appropriate repair facilities for any particular item of equipment, whether they be the facilities of the manufacturer or a suitably competent and equipped repairer (see Note).

This part recognizes the necessity of a required level of competence for the repair, overhaul and reclamation of the equipment. Some manufacturers may recommend that the equipment be repaired only by them.

In the case of the repair, overhaul or reclamation of equipment which has been the subject of design certification, it may be necessary to clarify the position of the continued conformity of the equipment with the certificate.

NOTE Whilst some manufacturers recommend that certain equipment be returned to them for repair or reclamation, there are also competent independent repair organizations who have the facilities to carry out repair work on equipment employing some or all of the types of protection covered by IEC 60079 series. For repaired equipment to retain the integrity of the type(s) of protection employed in its design and construction, detailed knowledge of the original manufacturer's design (which may only be obtainable from design and manufacturing drawings) and any certificate documentation may be necessary. Where equipment is not being returned to the original manufacturer for repair or reclamation, the use of repair organizations that are recommended by the original manufacturer should be considered.

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation

1 Scope

This part of IEC 60079

- gives instructions, principally of a technical nature, on the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment designed for use in explosive atmospheres;
- is not applicable to maintenance, other than when repair and overhaul cannot be disassociated from maintenance, neither does it give advice on cable entry systems which may require a renewal when the equipment is re-installed;
- is not applicable to type of protection “m”, “o” and “q”;
- assumes that good engineering practices are adopted throughout.

NOTE Much of the content of this standard is concerned with the repair and overhaul of electrical machines. This is not because they are the most important items of explosion-protected equipment, but rather because they are often major items of repairable capital equipment in which, whatever type of protection is involved, sufficient commonality of construction exists as to make possible more detailed instructions for their repair, overhaul, reclamation or modification.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

IEC 60079-1, *Explosive atmospheres – Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures “d”*

IEC 60079-2, *Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure «p»*

IEC 60079-7, *Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety “e”*

IEC 60079-7:1990, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 7: Increased safety “e”*

IEC 60079-7:2001, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 7: Increased safety “e”*

IEC 60079-14, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*

IEC 60079-15:2005, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 15: Construction, test and marking of type of protection “n” electrical apparatus*

IEC 60079-15:2010, *Explosive atmospheres – Part 15: Equipment protection by type of protection "n"*

IEC 60079-19, *Explosive atmospheres – Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation*

IEC 60079-26, *Explosive atmospheres – Part 26: Equipment with equipment protection level (EPL) Ga*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61241 (all parts), *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust*

IEC 61241-0, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 0: General requirements*

IEC 61241-4, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 4: Type of protection "pD"*

ISO 4526, *Metallic coatings – Electroplated coatings of nickel for engineering purposes*

ISO 6158, *Metallic coatings – Electrodeposited coatings of chromium for engineering purposes*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60079-0 and the following apply.

NOTE Additional definitions applicable to explosive atmospheres can be found in IEC 60050-426.

3.1

serviceable condition

condition which permits a replacement or reclaimed component part to be used without prejudice to the performance or explosion protection aspects of the equipment, with due regard to the requirements of the certificate documentation as applicable, in which such a component part is used

3.2

repair

action to restore faulty equipment to its fully serviceable condition complying with the relevant standard

NOTE The relevant standard means the standard to which the equipment was originally designed.

3.3

overhaul

action to restore to a fully serviceable condition equipment which has been in use or in storage for a period of time but which is not faulty

3.4

maintenance

routine actions taken to preserve the fully serviceable condition of the installed equipment (see Clause 1)

3.5
component part
an indivisible item

NOTE The assembly of such items may form equipment.

3.6
reclamation
means of repair involving, for example, the removal or addition of material to reclaim component parts which have sustained damage, in order to restore such parts to a serviceable condition in accordance with the relevant standard

NOTE The relevant standard means the standard to which the individual parts were originally manufactured.

3.7
modification
change to the design of the equipment which affects material, fit, form or function

NOTE As the certificate describes specific construction of the equipment, a modification of the equipment would no longer comply with the construction described in the certificate documentation.

3.8
manufacturer
maker of the equipment (who may also be the supplier, the importer or the agent) in whose name usually the certificate, where appropriate, of the equipment was registered

3.9
alteration
change to a product that results in an alternative construction that is described in the certificate documentation

3.10
user
user of the equipment

3.11
repair facility
facility providing a service that consists of repairs, overhauls, or reclamations of explosion-protected equipment who may be the manufacturer, the user or a third party (repair agency)

3.12
certificate
document that assures the conformity of a product, process, system, person, or organization with specified requirements

NOTE The certificate may be either the supplier's declaration of conformity or the purchaser's recognition of conformity or certification (as a result of action by a third party) as defined in ISO/IEC 17000.

3.13
certificate references
a certificate reference number may refer to a single design or a range of equipment of similar design

3.14
symbol "X"
symbol used to denote specific conditions of use

NOTE The symbol "X" is used to provide a means of identifying that essential information for the installation, use, and maintenance of the equipment is contained within the certificate. Therefore, the certificate documents should be studied before such equipment is installed, repaired, overhauled, reclaimed, altered or modified.

3.15

copy winding

process by which a winding is totally or partially replaced by another, the characteristics and properties of which are at least as good as those of the original

3.16

flameproof enclosure “d”

enclosure in which parts which can ignite an explosive atmosphere are placed and which can withstand the pressure developed during an internal explosion of an explosive mixture and which prevents the transmission of the explosion to the explosive atmosphere surrounding the enclosure

3.17

type of protection “i”

type of protection based on the restriction of electrical energy within apparatus and of interconnecting wiring exposed to the potentially explosive gas atmosphere to a level below that which can cause ignition by either sparking or heating effects

3.18

type of protection “p”

technique of guarding against the ingress of the external atmosphere into an enclosure by maintaining a protective gas therein at a pressure above that of the external atmosphere

3.19

type of protection “e”

type of protection applied to electrical apparatus in which additional measures are applied so as to give increased security against the possibility of excessive temperatures and of the occurrence of arcs and sparks in normal service or under specified abnormal conditions

3.20

type of protection “n”

type of protection applied to the electrical equipment such that, in normal operation and in certain specified regular expected occurrences, it is not capable of igniting the surrounding explosive gas atmosphere

3.21

type of protection “tD” or Group III “t”

type of protection for explosive dust atmospheres where electrical equipment is provided with an enclosure providing dust ingress protection and a means to limit surface temperatures

3.22

type of protection “pD”

technique of applying a protective gas to an enclosure in order to prevent the formation of an explosive dust atmosphere inside the enclosure by maintaining an overpressure against the surrounding atmosphere

4 General

4.1 General principles

This clause covers those aspects of repair, overhaul, reclamation, alteration, and modification which are common to all explosion-protected equipment. Subsequent clauses provide instructions for the additional requirements relevant to specific types of protection. When equipment incorporates more than one type of protection, reference shall be made to the appropriate clauses.

NOTE 1 Additional requirements for types of protection “m”, “o” and “q” have not been defined.

Assuming that repairs and overhauls are carried out using good engineering practices, then repairs and overhauls impacting the type of protection shall be presumed as being in conformity with the certificate when manufacturer's parts or parts specified in 4.4.1 are used and repairs or alterations are carried out specifically as detailed in this standard, the certificate documentation under 4.4.1.5, and when performed by competent persons as provided in 4.4.1.3.

In circumstances where the relevant documentation in accordance with 4.4.1.5.1 is not available, then the repair or overhaul shall be carried out on the equipment in accordance with this standard and other relevant standard(s). The steps taken to obtain the relevant documentation shall be recorded in the repair facility records (see 4.4.1.5.3).

If the equipment has been modified, it shall comply with the requirements of 4.4.3 where a new certificate is required to be prepared or the equipment is no longer suitable for use in a hazardous area.

NOTE 2 In some countries, legal requirements do not permit repair without relevant documentation to Group I equipment unless subjected to complete retesting and a new certificate issued.

If other repair or alteration techniques are used which are not in accordance with this standard, then it will be necessary to ascertain, from the manufacturers, and/or the certification authority, the suitability of the equipment for continued use in an explosive atmosphere.

NOTE 3 Repair of equipment which has no marking plate should be avoided.

4.2 Statutory requirements for repair facility

The repair facility, which may be the manufacturer, user or a third party repair, shall be aware of any specific requirements in relevant national legislation which may govern the repair or overhaul operation.

4.3 Instructions for the user

4.3.1 Certificates and documents

The equipment design certificate and other related documents (see 4.4.1.5) should have been obtained as part of the original purchase contract.

4.3.2 Records and work instructions

The relevant documentation (4.3.1), along with the records of any repairs, overhauls, alterations or modifications, should be kept by the user and made available to the repairer.

NOTE 1 The documentation and records are normally retained in the users verification dossier for the lifetime of the equipment.

NOTE 2 It will be in the interests of the user that the repairer is notified, whenever possible, of the fault and/or nature of the work to be done and any special application information, e.g. a motor supplied by an inverter.

Special requirements stipulated in the user's specifications, and which are supplementary to the various standards, e.g. enhanced ingress protection, specific environmental conditions etc., should be brought to the attention of the repairer.

4.3.3 Re-installation of repaired equipment

Re-installation of repaired equipment is in accordance with IEC 60079-14.

NOTE Before the repaired equipment is re-commissioned, cable/conduit entry systems should be checked to ensure that they are undamaged and are appropriate to the equipment type of protection.

4.3.4 Repair facilities

It is the responsibility of the user to ascertain that the repair facility concerned can demonstrate compliance with the relevant stipulations of this standard.

4.4 Instructions for the repair facility

4.4.1 Repair and overhaul

4.4.1.1 General

Repair facilities shall operate a Quality Management System.

NOTE Overhaul of explosion-protected equipment involves special techniques. The Quality Management System should include documented procedures to ensure work is performed within an agreed refurbishment quality programme. For additional information, see ISO 9001.

The repair facility shall appoint a person ('responsible person') with the required competency (see Annex B), within the management organization, to accept responsibility and authority for ensuring that the overhauled/repaired equipment complies with the certification status agreed with the user. The person so appointed shall have a working knowledge of the appropriate explosion protection standards and an understanding of this standard.

The repair facility must have adequate repair and overhaul facilities as well as the appropriate equipment necessary and trained Operatives with the required competency (see Annex B) and authority to carry out the activities, taking into account the specific type of protection.

The repair facility shall conduct an assessment of the status of the equipment to be repaired, agree with the user the expected certification status of the equipment after repair and the scope of work to be done. This should include the justification for omission of any tests mentioned within this document that the user could reasonably assume to be included. The assessment shall be documented and shall address the relevant clauses of the appropriate equipment standard and this standard and be included in the job report to the user. Such assessments shall be conducted by the responsible person (supported by appropriate Operatives). The responsible person shall only conduct assessments with the explosion protection techniques for which they have demonstrated his competence.

The repair facility shall include additional procedures and systems to carry out overhaul/repair work at sites external to the repair facility, where appropriate.

4.4.1.2 Certificates and standards

The repairer's attention is directed to the need to be informed of, and to comply with, the relevant explosion-protection standards and certificates, including any specific conditions of use, applicable to the equipment to be repaired or overhauled.

4.4.1.3 Competency

All personnel directly concerned with the repair and/or overhaul of the equipment shall be competent or supervised by a competent person. The competencies may be specific to the type of work.

Training and competency assessments are specified in Annex B.

Appropriate training and assessment shall be undertaken from time to time at intervals depending on the frequency of utilization of the technique or skill and change of standards or regulations. The interval should normally not exceed three years.

4.4.1.4 Repair of components

When a component of complete equipment is taken off site for repair, such as a rotor of a rotating machine, and it is impracticable to carry out certain tests, the repairer shall document the details and communicate them to the user before starting the repair.

NOTE In some countries, legal consequences may depend upon the extent to which the carrying out or not of certain actions or tests is practicable.

4.4.1.5 Documentation

4.4.1.5.1 General

The repair facility shall seek to obtain all necessary information/data from the user or manufacturer for the repair and/or overhaul of the equipment. This may include information relating to previous repairs, overhauls or modifications. The repair facility shall also have available and refer to the relevant explosion-protection standard.

NOTE As from the fourth edition of IEC 60079-0, manufacturers are required to prepare instructions including repair.

The data necessary for the repair and/or overhaul includes, but is not limited to, details of the:

- technical specification;
- drawings;
- type(s) of explosion-protection;
- operating conditions (such as environment, supply (inverter), lubricants, duty, etc.)
- dismantling and assembly instructions;
- certificate documentation with certificate limitations (specific conditions of use), where specified;
- marking (including Ex marking);
- recommended methods of installation/operation/maintenance/repair/overhaul for the equipment;
- list of spare parts;
- summary of previous history of the repaired product including information as gathered under 4.3.2.

The information may be subject to amendments.

The repair facility shall maintain copies of any relevant explosion-protection standards with which repaired/overhauled equipment is claimed to comply.

4.4.1.5.2 Job report to the user

At the completion of the work, job reports shall be submitted to the user (see 4.3.2), for inclusion in the user's verification dossier, containing, at least, the following:

- details of fault(s) detected;
- full details of repair and overhaul;
- list of replaced or reclaimed parts;
- results of all checks and tests (in sufficient detail to be useful if required by the next repairer, see 4.3.2);
- a comparison of the results against the criteria that have been used to determine compliance;
- copy of the user contract or order;

- a recapitulation of the marking applied in accordance with Annex A.

The job reports of repairs/overhauls shall be retained for a period of time as agreed with the user. Retained information shall be adequately controlled to ensure correct retrieval.

For repairs undertaken without documentation in accordance with 4.4.1.5.1, the following shall be included in the repair report:

- a statement that the repair is in accordance with the manufacturer's instructions or applicable requirements of the Ex standard for the particular type of protection against which the equipment was originally manufactured;
- a statement that the repairer has insufficient evidence of full compliance with the certificate documents;
- a statement that any specific conditions of use have not been identified or considered in the repair or overhaul.

4.4.1.5.3 Repair facility records

The following records shall be retained by the repair facility:

- current and past copies of relevant technical standards in addition to the explosion protection standards;
- certification of Facility Quality Standard including:
 - details of Repair provider's Quality Assessment Scheme;
 - test instrument calibration;
 - competency and training records of personnel;
 - purchasing control system;
 - customer complaints system;
 - internal and, where appropriate, external audit documentation;
 - management review;
 - process control procedures;
 - register of manufacturer's drawings.
- job records including:
 - the steps taken to obtain the certificate documentation;
 - mechanical inspection record for compliance with relevant standards;
 - defect identification;
 - electrical test records before and after repair including traceability of instruments used and pass/fail criteria;
 - attestation of conformity for replacement components;
 - recovery procedure for repaired components;
 - record of any assessments by the responsible person along with the justification for decisions taken;
 - record of mechanical inspection during assembly and upon completion;
 - record of work undertaken by the repair facility;
 - record of any replacement parts manufactured by the repairer.

The record of the reclamation of repaired components (4.4.2.2.2) shall, at least, identify the following:

- a) identification of the component part;
- b) name of the organization carrying out the reclamation;

- c) a detailed justification for the work carried out;
- d) various options considered (e.g., welding, metal spraying);
- e) technical parameters, e.g., bond strength;
- f) the reasons for selecting the chosen technique;
- g) consumables used and method of storage;
- h) base material;
- i) reclamation process manufacturers' instructions considered;
- j) procedure utilized;
- k) identity and competency of the operator;
- l) inspection procedure used, e.g., ultra-sonic, dye-penetration, X-ray;
- m) maintenance and calibration details of automatic systems;
- n) detail of any dimensions which differ from those in relevant certificate documents or the original dimensions of the component part;
- o) drawing showing reclamation details including material removed and replaced;
- p) date of reclamation.

These records shall be retained for a period of at least ten years or as agreed with the user.

4.4.1.6 Spare parts

4.4.1.6.1 General

It is preferable to obtain new parts from the manufacturer, and the repairer shall ensure that only appropriate spare parts are used in the repair or overhaul of certified equipment. Depending on the nature of the equipment, these spare parts may be identified by the manufacturer, the equipment standard or the relevant certificate documentation.

Where components cannot be supplied by the original manufacturer, where the full specification for the component is available, and where the repairer's quality scheme permits, the repairer may manufacture replacement component parts. Records of such replacement shall be retained and provided to the user.

4.4.1.6.2 Fasteners

Where replacement bolts are used, they shall be the same type, diameter, pitch and length and at least the same tensile strength as specified for the original equipment.

Washers, plain or lock, shall not be placed under bolt heads, screw heads or nuts unless they are specified in the original certificate documentation or in the type of protection standard to which the equipment was manufactured.

4.4.1.6.3 Sealed parts

Parts, which are required by the equipment specification and certificate documents to be sealed, shall be replaced only by the particular spare part(s) detailed in the parts list.

NOTE Devices incorporated in equipment to indicate interference by third parties (e.g., security seals) as distinct from those required in the certificate documentation, are not intended to fall within the scope of this subclause.

4.4.1.7 Identification of repaired equipment

The equipment shall be marked to identify the repair or overhaul and the repairer's identity. The marking for the repaired equipment is given in Annex A.

Marking may be provided on a separate label. It may be necessary to amend or remove or supplement the label in certain circumstances as follows.

- q) If after repair, overhaul, or alteration, the equipment still complies with the restrictions imposed by this standard and the type of protection standards to which it was manufactured, but does not necessarily comply with the certificate documentation, the label should not normally be removed and the repair symbol "R" shall be written within an inverted triangle (see Annex A).
- r) If after repair, overhaul, alteration, or modification, the equipment is changed such that it no longer conforms with the type of protection standards or certificate documentation, the "Ex" marking and the mark of the certificate issuer on the certification label shall be removed unless a supplementary certificate has been obtained.
- s) Where the standards to which the previously certified equipment was manufactured are not known, the requirements of this standard and the current edition of the relevant type of protection standards shall apply. An assessment, by a person competent in assessing explosion protected equipment, shall be conducted to verify compliance with the relevant level of safety prior to release of the equipment by the repairer.

4.4.2 Reclamations

4.4.2.1 General

Where the repair process involves reclamation work, then, in addition to the requirements of 4.4.1 for repairs and overhauls, the requirements of 4.4.2 also apply.

4.4.2.2 Exclusions

Some component parts are considered not to be reclaimable and are therefore excluded from the scope of this standard, such as:

- component parts made from the following materials: glass, plastics, or any material that is not dimensionally stable;
- fasteners;
- component parts, e.g., some encapsulated assemblies, which have been stated by the manufacturer to be not subject to repair.

4.4.2.2.1 Requirements

4.4.2.2.2 General

Any reclamation shall be carried out by competent personnel, skilled in the process to be employed and using good engineering practices (see Annex B). If any proprietary process is used, the instructions of the originator of such a process should be followed.

All reclamation shall be documented in accordance with 4.4.1.5.3.

If the reclamation is carried out other than by the user, the user shall be provided with a copy of the record.

4.4.2.2.3 Responsibilities

If reclamations are contracted out by the repair facility to a specialized industry, such reclamations shall be the responsibility of the repair facility.

4.4.2.2.4 Reclamation procedures

4.4.2.2.5 General

The following outlines some of the reclamation procedures which may be applicable to explosion-protected equipment.

It should be recognized that not all procedures are applicable to all types of protection. Detailed instructions are given in the appropriate clauses of this standard.

Metal removal shall be minimized and be just sufficient to remove the defect requiring repair and provide the minimum coating thickness recommended for the technique used.

NOTE 1 Industry guidance would suggest that the removal of up to 2 % of metal thickness, or 0,5 mm metal thickness, whichever is greater, for metal spraying and up to 20 % for welding will not be significantly detrimental to the strength of the component.

NOTE 2 Removal of a greater thickness of material should only be carried out after due consultation with the manufacturer or by calculation where the manufacturer is no longer available.

On completion of the reclamation, the repairer shall satisfy himself that the equipment is in a fully serviceable condition and complies with the standard(s) for the type of protection. Such compliance shall be recorded by the repair facility and retained in the job files.

4.4.2.2.6 Metal spraying

This method shall be used only when the extent of the wear or damage, plus the machining necessary to prepare the component part for reclamation, does not weaken the part beyond safe limits. A sprayed metal inlay, whilst adding some stiffness, shall not be taken into account when strength is considered. Indeed, the machining process prior to the application of metal spray may introduce stress raisers which may further weaken the component.

NOTE Metal spraying is not recommended where peripheral speed exceeds 90 m/s.

4.4.2.2.7 Electroplating

Electroplating is an acceptable procedure provided that the part is not weakened beyond safe limits. Detailed procedures for chromium and nickel plating are given in ISO 6158 and ISO 4526, respectively.

4.4.2.2.8 Sleaving

This method shall be used only when the extent of the wear and damage, plus the machining necessary to prepare the part for reclamation, does not weaken the part beyond safe limits. A sleeve, whilst adding some stiffness, should not be taken into account when strength is considered.

4.4.2.2.9 Brazing and welding

Reclamation by brazing or welding shall be considered only if the technique employed ensures the correct penetration and fusion of braze or weld with parent metal, resulting in adequate reinforcement, the prevention of distortion, the relief of stresses and the absence of blow-holes. It should be recognized that brazing and welding raise the temperature of the component to a high level and may cause fatigue cracks to propagate.

The following welding techniques are recognized by this standard:

- MMA: Manual metal arc
- MIG: Metal inert gas
- TIG: Tungsten inert gas

- Sub-Arc: MIG under a layer of flux
- Hot wire

Other techniques shall only be utilized in reclamations after due consultation with the manufacturer or, if relevant, the certifying authority.

4.4.2.2.10 Metal stitching

The cold reclamation of a fractured casting by the technique of closing the fracture with nickel alloy stitches and sealing the crack by nickel alloy chain studding may be admissible subject to a suitable thickness of casting.

4.4.2.2.11 Threaded holes for fasteners

Threads which have been damaged beyond an acceptable extent may be reclaimed, depending upon the type of protection, by the following means:

- oversize drilling and re-tapping;
- oversize drilling, re-tapping and the fitting of a proprietary thread insert which passes the appropriate pull test as specified by the thread insert manufacturer;
- oversize drilling, plugging¹, re-drilling and re-tapping;
- plugging², re-drilling and tapping elsewhere;
- plug-welding, re-drilling and tapping.

4.4.2.2.12 Re-machining

Re-machining worn or damaged surfaces shall be considered only if

- the component part is not weakened beyond safe limits;
- provided that the integrity of the enclosure is maintained;
- the required surface finish is achieved.

4.4.3 Alterations and modifications

4.4.3.1 Alterations

Where the repair process involves alteration work, then, in addition to the requirements of 4.4.1 for repairs and overhauls, the requirements of 4.4.3 also apply.

No alteration shall be made to the equipment unless that alteration is permitted in the certificate documentation. If the certificate documentation is not available to the repairer, the proposed alteration is confirmed in writing by the manufacturer to be permitted by the certificate. Subsequent clauses of this standard give detailed instructions regarding alterations in the context of different types of protection.

4.4.3.2 Modifications

The user shall be informed in writing and his written instructions obtained if a modification is proposed, which results in the equipment not conforming to the certificate documentation. If the modification is performed, the equipment is no longer suitable for use in an explosive atmosphere without additional assessment. If the repair is performed, and additional assessment not performed, the label shall be removed or altered to give a clear indication that the equipment does not conform to the original certificate. In addition, the report to the user shall clearly state the engineering characteristics of the modification and that the equipment is not suitable for use in an explosive atmosphere without additional assessment.

¹ Plugs shall be securely retained.

NOTE 1 The "assessment" may include third party certification of the modified equipment, but this may not be practical in all situations. When not practical, assessments by competent persons may be accepted by the user.

NOTE 2 Where labels are removed, efforts should be made to maintain traceability of the product in consultation with the user.

4.4.4 Temporary repairs

A temporary repair intended to achieve continued short-term operation of the equipment shall only be carried out if retention of explosion-protection aspects is ensured or other appropriate measures are taken until the equipment is fully restored. Certain temporary repair procedures may therefore not be allowed. Any temporary repair shall be brought up to full repair standards as soon as reasonably practicable.

4.4.5 Rotating machinery

4.4.5.1 Removal of damaged windings

The procedure of softening the impregnating varnish of windings with solvents before stripping is acceptable.

The alternative procedure which uses the application of heat to facilitate the removal of windings is acceptable provided that the operation is carried out with caution so as not to damage the insulation between the laminations of magnetic parts.

Removal of windings by heat on equipment with type of protection "e" and equipment with any type of protection having temperature class T6, T5 or T4 requires particular caution.

NOTE The advice of the manufacturer should be sought, regarding the construction of the core and the inter-laminar insulation material, if necessary.

The application of open flames to the core is not acceptable because it may damage the insulation between laminations.

The need for particular caution in those circumstances arises from the fact that an increase in core loss, which could result from degradation of inter-laminar insulation, could significantly affect type "e" parameters (t_E -time, etc.) or result in the temperature classification being exceeded.

The repairer shall satisfy himself, as in all reclamation procedures, that on completion of the reclamation the equipment is in a fully serviceable condition and complies with the standard(s) for the relevant explosion concept (see also 4.4.2.2.4).

4.4.5.2 Additional requirements

Before a rewound or repaired rotating machine is returned to the user, the repair facility shall ensure that fan cover ventilation holes are not blocked or damaged as to impair the passage of cooling air over the machine, and that any fan clearances are in compliance with the requirements of the equipment standards, if appropriate. Should a fan or fan cover be damaged so as to require renewal, the replacement parts shall be obtained from the manufacturer. If not available, then they shall be of the same dimensions and at least the same quality as the original parts. They shall, where appropriate, take account of the requirements of the equipment standard to avoid frictional sparking and electrostatic charging, and of the chemical environment in which the machine is used.

4.4.5.3 Lubricants and corrosion inhibitors

Third-party repairers should establish from the user that on any rotating machine, on which they are asked to work, if any special lubricants are required. Attention is drawn to the correct selection and application of lubricants and corrosion inhibitors for example:

- no migration onto un-insulated electrical parts occurs;
- the flash-point of the lubricant or corrosion inhibitor exceeds the temperature class of equipment for which it is to be applied;
- the environment in which the equipment is used;
- it's application will not aide flame transmission or defect the type of protection technique.

4.4.6 Inverters

Particular attention is drawn to the need for care when adding an inverter to an Ex rotating machine in ensuring that this is only done when the intended combination of inverter and rotating machine is specified in the certificate or in the rotating machine manufacturer's documentation.

Third-party repairers should establish from the user that if any rotating machine, on which they are asked to work, are fed by an inverter.

5 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "d" (flameproof)

5.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and alteration of equipment with type of protection "d". It should be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which should be referred to when repairing or overhauling an Ex "d" equipment are those to which the equipment was originally manufactured (see IEC 60079-1).

5.2 Repair and overhaul

5.2.1 Enclosures

5.2.1.1 General

It is preferable to obtain new parts from the manufacturer. Particular attention shall be paid to the correct assembly of flameproof enclosures after repair or overhaul, in order to ensure that the flameproof joints comply with the requirements of the relevant standard and, where appropriate, with the certificate documentation. Where flameproof joints are not gasketed and the manufacturer's documentation does not address joint protection but for ingress protection, then only non-setting grease or anti-corrosive agents without evaporating solvents shall be used or other methods of protection in accordance with IEC 60079-14.

Corrosion or deformation of parts shall be evaluated to ensure any original openings or gaps in the enclosure have not exceeded the limits of surface finish and the flamepath gap.

Where gaskets which are not part of the flamepath are incorporated into the flameproof joints, replacements shall be of the same materials and dimensions as the original. Any proposed change of material shall be referred to the equipment manufacturer, user or certification authority.

The drilling of holes into an enclosure is a modification and shall not be carried out without reference to the manufacturer's certified drawings, or, in exceptional circumstances, e.g., manufacturer discontinued trading, to the certifying authority.

NOTE Care should be taken when changing surface finish, paint, etc., as this may affect the surface temperature of the enclosure and thus the temperature classification.

5.2.1.2 Over-pressure testing

An over-pressure test shall be conducted where structural repairs of the enclosure have occurred or the integrity of the enclosure is in doubt.

Testing shall be completed at 1,5 times the reference pressure nominated in certificate documentation and held at least 10 s. Where reference pressure is not stated, Group I are to be tested at 1 000 kPa, IIA and IIB enclosures at 1 500 kPa and Group IIC enclosures at 2 000 kPa. Pass/fail criteria shall include assessment of structural damage, measured at the geographical centre of an enclosure panel. Following over-pressure test, flamepath joint surfaces are to be measured to verify there is no permanent deformation.

For enclosures with threaded flameproof joints, where the threadform cannot be verified, an overpressure test shall be conducted.

Where over-pressure tests are carried out on motors or enclosures that are water-cooled, the tests shall be done with the water jacket dry and open to the atmosphere.

5.2.2 Cable and conduit entries

Entries into flameproof enclosures shall conform, after repair or overhaul, to the conditions detailed in the appropriate equipment standard and/or certificate documentation where applicable.

5.2.3 Terminations

Care shall be taken when refurbishing terminations to maintain clearance and creepage distances. Any replacement terminals, bushings or parts should be obtained from the manufacturer or shall conform to the relevant equipment standard and/or certificate documentation, where applicable.

5.2.4 Insulation

A class of insulation the same as, or superior to, that originally provided shall be employed. For example, a winding insulated with class B (130 °C) material may be repaired using class F (155 °C) material (see IEC 60085). However, in this example, the permitted temperature rise of the motor remains that of class B (130 °C).

NOTE If the motor output is increased, the motor will require recertification.

5.2.5 Internal connections

There are no particular requirements relating to this type of protection but repairs to internal connections shall be of a standard at least equivalent to that of the original design.

5.2.6 Windings

5.2.6.1 General

The original winding data shall preferably be obtained from the manufacturer. If this is not reasonably practicable (i.e. the original data is not available from the manufacturer) then use may be made of copy winding techniques, which includes determination of winding connections, conductor size, turns, coil pitch, winding projection, and may include a determination of the original coil resistance. The materials used in rewinding shall comprise an appropriate insulation system. If superior insulation is proposed compared to that of the original, the rating of the winding shall not be increased without reference to the manufacturer, as the temperature classification of the equipment could then be adversely affected.

5.2.6.2 Repair of rotating machine rotors

A faulty bar-wound rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer or repaired using materials of identical specification. Particular care is necessary to ensure that, when replacing bars in a cage rotor, such bars are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer should be adopted.

A faulty die-cast cage rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer.

If the original manufacturer is no longer able to supply a replacement, it is possible to produce a new rotor winding with identical characteristics to the original.

NOTE Identical characteristics includes materials and dimensional characteristics of shorting ring and ventilation aides.

Damage to the external surface of the shorting ring of a die cast rotor, including ventilation aides, can be repaired.

5.2.6.3 Testing after repair of windings

5.2.6.3.1 General

Windings, after complete or partial repair, shall be subjected, preferably with the equipment assembled, to the following tests, as far as is reasonably practicable.

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. Replacement winding resistance should not differ from the original winding resistance by more than 5 %. In the case of polyphase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced. Unbalance (i.e. the difference between the highest and the lowest values) shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 If the winding resistance of the repaired winding differs from that of the original winding (either obtained from the original manufacturer's data, measurement from an undamaged winding, or derived by calculation from the damaged winding) by more than 5 %, additional thermal tests may be required to confirm continued conformity to the stated insulation class and temperature class.

NOTE 2 In the event that the winding resistance is unbalanced, it should be verified by a competent person that the specific motor is suitable for the intended application.

- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. A minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended.

Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature, type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE 3 The insulation resistance should not be less than 20 M Ω at 20 °C on a completely rewound equipment intended for use up to 690 V.

- c) A high-voltage test in accordance with a relevant standard shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value shall be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in polyphase systems shall be balanced in all phases, as far as is reasonable.
- e) High-voltage (e.g., 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE 4 Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

5.2.6.3.2 Rotating machines

Rotating machines, in addition to the above tests, shall be subjected to the following tests, as far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at rated speed and rated voltage, to check bearing temperature, noise or vibration and no load current values. The cause of any untoward increase in bearing temperature, noise and/or vibration shall be investigated and corrected. Unbalance in no load current shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 When the rated speed is a range of values the test should be run at the highest practicable speed within that range.

- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load current and to check balance on all phases. (The test, which in some respects is an alternative to a full-load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its connections and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 2 Where this test is not reasonably practical other means of verification should be used.

- c) High-voltage (e.g., 1 000 V a.c./1 500 V d.c., and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE 3 Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

5.2.6.4 Temperature sensors

5.2.6.4.1 Repaired windings

If embedded temperature sensors were included to monitor winding temperatures, it is recommended that replacements have the same characteristics as the original sensors and they are embedded in the same location in the repaired winding before varnishing and curing.

5.2.6.4.2 Overhaul

It is recommended that temperature sensors be checked and if defective replaced as part of any overhaul. If replacement is required, temperature sensors shall be as specified in the documentation prepared in accordance with IEC 60079-0, and shall be installed as specified in that documentation. Replacement of defective embedded temperature sensors during an overhaul, which are required as part of the certificate documentation, will necessitate a re-wind.

NOTE If the documentation is not available, or the identical temperature sensors are not available, the acceptability of the replacement should be assessed and documented by the responsible person.

5.2.7 Auxiliary equipment

5.2.7.1 Flameproof brake units

Where a flameproof brake unit attached to a rotating machine is also certified and is in need of repair, it is recommended that it be returned to the manufacturer, together with the machine. This course is recommended because of the close construction constraints. However, such repairs are possible by repair facilities other than those of the manufacturer providing the repair facility is in possession of the necessary drawings and information from the manufacturer or by reference to the type of protection standard.

5.2.7.2 Other auxiliary devices

Where auxiliary devices are based on different types of protection, the corresponding clauses of this standard shall be consulted before any repairs are undertaken.

5.2.8 Light-transmitting parts

No attempt shall be made to re-cement or repair light-transmitting parts, and only complete replacement assemblies, as specified by the manufacturer, shall be used. Light-transmitting or other parts made from plastics shall not be cleaned with solvents. Household detergents are recommended for this purpose.

5.2.9 Encapsulated parts

In general, encapsulated parts (e.g. switching devices) are not considered suitable for repair.

5.2.10 Batteries

Where batteries are used, the manufacturer's advice shall be followed.

5.2.11 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

NOTE The position of a reflector, if any, or the distance between the lamp and the window should be maintained.

5.2.12 Lampholders

Replacements listed by the manufacturer shall be used if obtainable. If these replacements are no longer obtainable, an equivalent verified by a person with competency in the compliance of equipment to type(s) of protection standards may be used.

5.2.13 Ballasts

Chokes, and capacitors, shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

5.2.14 Breathing devices

Breathing devices shall be serviced to maintain the explosion protection properties of the enclosure in accordance with documentation. If this documentation is not obtainable, breathing devices shall be replaced only by those parts listed in a certificate documentation. If breathing devices carry an Ex component certificate, only a suitably certified and dimensioned part can be used.

5.3 Reclamation

5.3.1 General

Reclamations using the techniques detailed in 4.4.2 may be used with type of protection "d" equipment subject to the following restrictions of this clause.

5.3.2 Enclosures

5.3.2.1 Components

Reclaimed component parts of flameproof enclosures shall be used only if they pass, when appropriate, the applicable over-pressure test. Metal stitching shall not be used.

Damage to components which are not an integral part of the flameproof enclosure, for example, fixing lugs, may be repaired by welding or metal stitching, but with care taken to

ensure that the integrity and stability of the equipment is not impaired. It is particularly important to check that any cracks being repaired do not extend to the flameproof enclosure.

The efficacy of reclaiming or repairing by the technique of welding may be further compounded by considerations of different base materials, for example, aluminium or steel. If uncertainty exists, the repairer shall seek advice, preferably from the manufacturer, before this technique is adopted. Welding of cast-iron flameproof enclosures is not permitted without the approval of a metallurgical expert.

Where a pyramid or button-headed bolt is used, the surface around the hole shall be spot machined to ensure that the axis of the bolt head is normal to the surface unless otherwise specified by the manufacturer.

5.3.2.2 Flameproof joints

Damaged or corroded flameproof joint faces shall be machined, after consultation with the manufacturer wherever possible, but only if the resultant joint gap and flange dimensions are not affected in such a way that they contravene the certificate documents. If the certificate documentation are not available, further guidance shall be taken from Annex C.

- a) Flanged joints: Welding, electroplating and re-machining flanged joint faces may be permissible, having due regard to the limitations of the technique (see Clause 4). The use of metal-spraying techniques is permissible provided the bond strength is greater than 40 MPa.
- b) Spigoted/cylindrical joints: Machining the male part will require addition of metal to it, and also machining of, the female part (or vice versa), thus ensuring that the flamepath dimensions comply with the equipment standard, and where appropriate the certificate documentation. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal may be by electroplating, sleeving or welding, but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa are not recommended.
- c) Threaded joints:
 - 1) Cable and conduit entries: It is not recommended that damaged male threaded parts be reclaimed; new components shall be used. Damaged female threads may be reclaimed using MMA, MIG and TIG welding techniques.
 - 2) Screwed covers: Reclamation of the threaded parts of screwed covers and of the associated housings may be possible utilizing MMA, MIG and TIG welding techniques.

5.3.2.3 Threaded holes for fasteners

Reclamation of damaged threaded holes shall be carried out using the techniques described in 4.4.2.2.11.

5.3.3 Sleeving

Care should be taken not to introduce an additional effective flamepath. The sleeve shall be securely retained.

5.3.4 Shafts and housings

Shafts and bearing housings, including flameproof joints, may be reclaimed by the use of electroplating, metal spraying, sleeving or welding (except MMA) techniques. Any subsequent machining shall be to the flamepath dimensions as specified in the equipment standard and/or certificate documents, as appropriate. If the certificate documents are not available, further guidance shall be taken from Annex C. Welding may be appropriate having due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.2.9).

5.3.5 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be reclaimed by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

5.3.6 Rotors and stators

If rotors and stators are to be skimmed to remove eccentricities and surface damage, the resulting increased air gap between rotor and stator may produce a change in pressure-piling characteristics or higher external surface temperatures that could then exceed the temperature class of the machine. If uncertainty exists with regard to possible adverse effects on the temperature class or pressure piling; the repairer shall seek guidance, preferably from the manufacturer, before this procedure is adopted.

Skimmed or damaged stator cores shall be submitted to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could adversely affect the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings. The "flux test" shall be conducted at 1,5 Tesla and the testing conditions and result recorded.

5.4 Alterations and modifications

5.4.1 Enclosures

No modification affecting the explosion protection shall be carried out on parts of a flameproof enclosure without reference to the certificate documentation and/or the manufacturer or, in exceptional circumstances, for example, the manufacturer discontinued trading, with the certifying authority.

5.4.2 Cable or conduit entries

Additional entries shall not be made without reference to the certificate documentation and/or the manufacturer or, in exceptional circumstances, for example, the manufacturer discontinued trading, with the certifying authority.

Indirect entry, where the external conductors are connected by means of a plug and socket or within a terminal box, shall not be changed to direct entry, i.e., where the external conductors and cables are connected within the main enclosure.

5.4.3 Terminations

Termination assemblies containing a flameproof joint shall not be modified, for example, terminals with bushings between indirect-entry terminal box and main enclosure. Termination assemblies not containing a flameproof joint may be replaced by alternatives of adequate design and construction in terms of numbers, current-carrying capacity, creepage and clearance distances, and quality.

5.4.4 Windings

If equipment is to be rewound for another voltage, reference shall be made to the manufacturer. In such cases it shall be ensured that, for example, the magnetic loading, current densities, losses are not increased, appropriate new creepage and clearance distances are observed and the new voltage is within the limits of the certificate documentation. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed shall not be carried out without reference to the manufacturer, since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits imposed by the assigned temperature class.

5.4.5 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and the procedure for the proposed addition.

6 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "i" (intrinsic safety)

6.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation, alteration and modification of equipment with type of protection "i". It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling an item of Ex "i" equipment are those to which the equipment was originally manufactured.

NOTE 1 Intrinsically safe equipment may have one of three levels of protection, Ex ia, Ex ib and Ex ic. However, the requirements for repair and overhaul apply to all levels of protection regardless of the hazardous area (i.e. zone 0, zone 1 or zone 2), in which the equipment is installed. Furthermore, the safety of intrinsically safe systems depends upon all pieces of equipment of which they are formed, and upon the interconnecting wiring. The same consideration should be given to those parts of the system which are installed in the non-hazardous area and in the hazardous area.

NOTE 2 Due to the critical nature of circuit design and component specific requirements associated with type of protection 'i' repair without certificate documentation may be inappropriate (refer Clause 4.1). Where the safety components are not clearly defined in the certificate documentation, electrical repairs could affect intrinsic safety.

NOTE 3 Additional conformal coatings may be required as corrosion and lack of cleanliness can invalidate intrinsic safety.

6.2 Repair and overhaul

6.2.1 Enclosures

Where enclosures of intrinsically safe equipment and associated apparatus are required because intrinsic safety is dependent upon them, repair and overhaul activities shall not reduce the ingress (IP) protection offered by the enclosure.

6.2.2 Cable glands

Cable glands are used to maintain the degree of ingress protection of the enclosure. Any repairs shall not result in reduction in the degree of ingress protection.

6.2.3 Terminations

When refurbishing terminal compartments, any terminals replaced shall normally be of the same type that they replace. Where the same type is not available, any alternative type used shall satisfy the creepage (according to CTI) and clearance requirements specified in the standard for the maximum voltage of the equipment and the separation required by the standard to avoid inadvertent cross-connection.

Primary and redundant earth connections / earth bonds, internal and external to the intrinsically safe equipment shall be fully restored, where relevant, at the conclusion of repairs.

NOTE Earthing is a very important consideration for intrinsic safety, and a duplicated or triplicated earth connection may be a requirement of the intrinsic safety equipment certificate documentation.

6.2.4 Soldered connections

When it is necessary to carry out repairs which require soldering techniques to be used, care shall be taken to ensure that the basis of certification is not invalidated; e.g.,

Where it is considered possible to undertake repairs, matters that shall be considered include:

- Compatibility of soldering method with documentation;
- Compatibility of soldering materials with documentation;
- Maintenance and verification of creepage and clearance;
- Soldering processes;
- Clean-up and restoration of coatings to original thermal and other properties.

At the conclusion of solder work, flux residues and any solder splatter shall be removed.

NOTE 1 Additional conformal coatings may be required as corrosion and lack of cleanliness can invalidate intrinsic safety.

Any conformal coating damaged during this work shall be repaired with an original coating or with the coating of the same thermal properties as the original, providing it does not react with other materials on the board.

NOTE 2 Basic requirements and required means of application for coatings are found in IEC 60079-11.

6.2.5 Fuses

Fuse replacement within intrinsically safe equipment shall have identical characteristics or other option identified in certificate documentation. Replacement of fuses shall only be done where the fuse is readily accessible.

In the supply-side of associated apparatus if replacement with an identical fuse is not possible, fuses may be replaced with an alternative which shall have:

- the same rating;
- the same or higher breaking capacity;
- the same time/current characteristic;
- the same type of construction;
- the same physical size.

Where this is not possible, an evaluation of the effects of the chosen fuse on intrinsic safety shall be carried out by the responsible person. See 4.4.1.5.3.

NOTE Fuse replacement in encapsulated barriers or in encapsulated battery packs (or similar) is inappropriate.

6.2.6 Relays

If a relay is replaced, it shall be by one which has identical characteristics as the original or as identified in certificate documentation.

6.2.7 Shunt diode safety barriers and galvanic isolators

No repair shall be attempted to these devices. Where these devices are replaced, the replacement shall always have the same safety description and the value chosen for U_m shall be equal to, or greater than, the U_m value of the original device. All other entity parameters shall be verified as suitable. Care shall also be taken that differing physical construction does not destroy the 50 mm separation required between the intrinsically safe circuits and non-intrinsically safe circuits.

NOTE In intrinsically safe systems, replacing shunt diode safety barriers or galvanic isolators with an alternate type to that shown in the IS system documentation may affect the safety of the system. Reference should be made to a competent person responsible for the safety of the IS system.

6.2.8 Printed circuit boards

These parts of the equipment often have critical distances between conducting tracks (creepage distances) which shall not be reduced. Therefore, when components are replaced, care shall be taken in positioning them on the board. Where coating is damaged during repair, coating of the type prescribed by the manufacturer shall be applied in the approved manner, for example, one coat if using dipping, two coats using other methods.

NOTE 1 Coating may be an insulation coating or a conformal coating for environmental protection

NOTE 2 Creepage and clearance between individual components can also be critical. In modern surface-mounted boards, the components are positioned to fractions of a millimetre, and this can be an essential feature of the certified segregation between different parts of the overall circuit. This makes it very difficult to attempt board-level repair to the 'as supplied state' on modern, compact, surface mounted designs. In such cases, exchange of entire printed circuit assemblies is the recommended repair.

6.2.9 Optocouplers and piezoelectric components

Only components of the same type as listed in the certificate documentation shall be used as replacements.

NOTE Components having different part numbers can dramatically alter the segregation, performance under impact and other essential IS properties.

6.2.10 Electrical components

When replacing components such as resistors, transistors, zener diodes, etc., these may normally be replaced with items purchased from any source, but if components are not procured from the manufacturer or certificate holder, replacement components shall be verified by a person with competency in the compliance of equipment to type(s) of protection standards.

In exceptional circumstances, however, some manufacturers use a "select on test" procedure for some components. Where this is done, the documentation supplied with the equipment shall indicate that either replacements be obtained from the equipment manufacturer or selected by the method they recommend.

In intrinsically safe systems, replacing components with alternate types not listed in the system certificate documentation is a modification and shall not occur without additional certification.

6.2.11 Batteries

Only those battery types specified in the equipment manufacturer's instructions or certificate documentation shall be used as replacements. The use of different cell types (such as "equivalent" generic types from the same or other manufacturers) will invalidate intrinsic safety.

NOTE Certificates for modern intrinsically safe designs will usually specify the manufacturer and type number of replaceable cells that have been tested and are acceptable. Different cells of the same generic type and even different types from the same manufacturer may have different short circuit currents, and under short circuit conditions may be prone to electrolyte leakage or bursting, or produce excessive temperatures.

Where rechargeable batteries are encapsulated, the whole assembly shall be replaced.

The use of alternative encapsulated battery packs to those supplied by the manufacturer or certificate holder is a modification and shall not occur without additional certification.

6.2.12 Internal wiring

Certain distances between conductors and their segregation are critical. Therefore, if disturbed, internal wiring shall be re-located in its original position. If insulation, screens,

outer sheaths, and/or double insulation of wiring or the method of fixing are damaged, they shall be replaced by equivalent material and/or re-fixed in the same configuration.

Where equipment is subject to an overall certification, any change to wiring is a modification and shall not occur without additional certification.

6.2.13 Transformers

If a transformer is replaced, it shall be by one which has identical characteristics as the original or as identified in certificate documentation. No attempt shall be made to repair or replace any embedded (encapsulated) thermal trip device.

6.2.14 Encapsulated components

Encapsulated components, for example, batteries with internal current-limiting resistors or fuse-zener diode assemblies, are non-repairable and shall be replaced only with assemblies of the original design from the equipment manufacturer.

6.2.15 Non-electrical parts

Where the equipment has non-electrical parts, for example, fittings or window, that do not affect the electrical circuit or creepage and clearance distances and hence the intrinsic safety, these parts may be replaced by new parts of equivalent type.

Certain parts may have antistatic, impact, thermal and flammability requirements which affect the intrinsic safety. Where replacement of such parts is required they shall be replaced by materials as specified in the certificate documentation.

6.2.16 Testing

After completion of the repair or overhaul the dielectric strength of the insulation between the intrinsically safe circuit and the metallic enclosure shall be checked by applying a 500 V a.c. (50 Hz or 60 Hz) voltage between the terminals and the enclosure for 1 min. This test can be omitted if the enclosure is of insulating material or if one side of the circuit is galvanically connected to the enclosure for safety reasons or if the enclosure has not been returned for repair.

Testing of galvanic isolating components upon replacement of transformers and opto-couplers shall be in accordance with the relevant equipment standard.

6.3 Reclamation

No attempt shall be made to reclaim components on which intrinsic safety depends.

6.4 Modifications

Any change to the equipment, in intrinsically safe systems, is considered as a modification to the system from that shown in the IS system documentation which may affect the safety of the system. Reference should be made to a competent person responsible for the safety of the IS system, which may then require additional certification. It is recommended that this assessment be carried out by a person other than the one who carried out the modification.

7 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "p" (pressurized)

7.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection "p". It shall be read in conjunction with

Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling an Ex "p" equipment are those to which the equipment was originally manufactured (see IEC 60079-2).

7.2 Repair and overhaul

7.2.1 Enclosures

While it is preferable to obtain new parts from the manufacturer, in principle a damaged part may be repaired or replaced with another given that, when compared with the original, it

- is of at least equivalent strength;
- does not result in a greater leakage rate of protective gas;
- does not restrict the flow of protective gas into or through the enclosure;
- is not shaped or fitted so as to permit the explosive atmosphere to enter the enclosure;
- is not of a construction which would result in stagnant volumes of atmosphere inside the enclosure;
- does not reduce the rate of heat dissipation from the enclosure or its content, so that it no longer complies with its temperature class.

Gaskets or other sealing devices shall be replaced with others of the same material. However, a different gasket material may be used provided that it is suitable for its purpose and is compatible with the environment.

NOTE The "pressurisation" sealing requires verification either at the repair facility (if possible) or on site.

7.2.2 Cable and conduit entries

Entries shall preserve the degree of ingress protection originally provided and shall not allow increased leakage of pressurizing gas.

7.2.3 Terminations

The preservation of creepage and clearance distances as originally provided shall be ensured.

7.2.4 Insulation

Any replacement insulation used in the course of repair or overhaul shall be at least of the quality and class of that originally employed (see IEC 60085).

7.2.5 Internal connections

Internal connections shall not be electrically, thermally or mechanically inferior to those originally fitted and shall be of a standard at least equivalent to that of the original design.

7.2.6 Windings

7.2.6.1 General

The original winding data shall preferably be obtained from the manufacturer. If this is not possible, then use may be made of copy winding techniques, which includes determination of winding connections, conductor size, turns, coil pitch, winding projection, and may include a determination of the original coil resistance. The materials used in rewinding shall comprise an appropriate insulation system. If superior insulation is proposed compared to that of the original, the rating of the winding shall not be increased without reference to the manufacturer, as the temperature classification of the equipment could then be adversely affected.

7.2.6.2 Repair of rotating machine rotors

A faulty bar-wound rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer or repaired using materials of identical specification. Particular care is necessary to ensure that, when replacing bars in a cage rotor, such bars are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer should be adopted.

A faulty die-cast cage rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer.

If the original manufacturer is no longer able to supply a replacement, it is possible to produce a new rotor winding with identical characteristics to the original.

NOTE Identical characteristics includes materials and dimensional characteristics of shorting ring and ventilation aides.

Damage to the external surface of the shorting ring of a die cast rotor including ventilation aides can be repaired.

7.2.6.3 Testing after repair of windings

7.2.6.3.1 General

Windings, after complete or partial repair, shall be subjected, with the equipment assembled, to the following tests, as far as reasonably practicable.

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. Replacement winding resistance should not differ from the original winding resistance by more than 5 %. In the case of polyphase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced. Unbalance (i.e. the difference between the highest and the lowest values) shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 If the winding resistance (either obtained from the original manufacturer's data, measurement from an undamaged winding, or derived by calculation from the damaged winding) of the repaired winding differs from that of the original winding by more than 5 %, additional thermal tests may be required to confirm continued conformity to the stated insulation class and temperature class.

NOTE 2 In the event that the winding resistance is unbalanced, it should be verified by a competent person that the specific motor is suitable for the intended application.

- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. A minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended. Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature, type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE 3 The insulation resistance should not be less than 20 MΩ at 20 °C on a completely rewound equipment intended for use up to 690 V.

- c) A high-voltage test, in accordance with a relevant equipment standard, shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value shall be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in polyphase systems shall be balanced in all phases, as far as is reasonable.
- e) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE 4 Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

7.2.6.3.2 Rotating machines

Rotating machines, in addition to the above tests, shall be subjected to the following tests, as far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at rated speed and rated voltage, to check bearing temperature, noise or vibration and no load current values. The cause of any untoward increase in bearing temperature, noise and/or vibration shall be investigated and corrected. Unbalance in no load current shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 When the rated speed is a range of values the test should be run at the highest practicable speed within that range.

- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load current and to ensure balance on all phases. (The test, which in some respects is an alternative to a full-load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its connections and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance of less than 5 % of the middle value is acceptable.

NOTE 2 Where this test is not reasonably practical other means of verification should be used.

- c) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE 3 Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

7.2.6.4 Temperature sensors

7.2.6.4.1 Repaired windings

If embedded temperature sensors were included to monitor winding temperatures, it is recommended that replacements have the same characteristics as the original sensors and they are embedded in the same location in the repaired winding before varnishing and curing.

7.2.6.4.2 Overhaul

It is recommended that temperature sensors be checked and if defective replaced as part of any overhaul. If replacement is required, temperature sensors shall be as specified in the documentation prepared in accordance with IEC 60079-0, and shall be installed as specified in that documentation. Replacement of defective embedded temperature sensors during an overhaul, which are required as part of the certificate documentation, will necessitate a stator rewind.

NOTE If the documentation is not available, or the identical temperature sensors are not available, the acceptability of the replacement should be assessed and documented by the responsible person.

7.2.7 Auxiliary devices

Where auxiliary devices are based on different types of protection, the corresponding clauses of this standard shall be consulted before any repairs are undertaken.

7.2.8 Light-transmitting parts

Light-transmitting parts made from plastics shall not be cleaned with solvent. Household detergents are recommended for this purpose.

7.2.9 Encapsulated parts

In general, encapsulated parts (for example, switching devices in luminaires) are not considered suitable for repair.

7.2.10 Batteries

Where batteries are used, the manufacturer's advice shall be followed.

7.2.11 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

7.2.12 Lampholders

Replacements listed by the manufacturer shall be used if obtainable. If these replacements are no longer obtainable, an equivalent verified by a person with competency in the compliance of equipment to type(s) of protection standards may be used.

7.2.13 Ballasts

Chokes or capacitors, shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

7.3 Reclamation

7.3.1 General

Reclamation using the techniques detailed in Clause 4 may be used with type of protection "p" equipment subject to the following restrictions of this clause.

7.3.2 Enclosures

7.3.2.1 General

If damage to enclosures, terminal boxes and covers is to be repaired by welding or metal stitching, care shall be taken to ensure that the integrity of the equipment is not significantly impaired so as to degrade the type of protection, in particular, that it remains capable of withstanding the impact test and the appropriate level of overpressure.

7.3.2.2 Joints

If damaged or corroded joint faces are to be machined, the mechanical strength and operation of the component shall not be impaired nor the degree of ingress protection affected.

Spigoted joints are normally provided to achieve close tolerance location. Thus, machining the male part will require addition of metal to, and the machining of, the female part (or vice versa) to retain the location properties of the joint. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal shall be by electroplating, sleeving or welding but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa are not recommended.

7.3.3 Shafts and housings

If shafts and bearing housings are to be reclaimed, this shall be carried out by the use of metal spraying or sleeving techniques. Welding may be appropriate with due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.2.9).

7.3.4 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be reclaimed by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

7.3.5 Rotors and stators

If rotors and stators are to be skimmed to remove eccentricities and surface damage, the resulting increased air gap between rotor and stator may produce a change in surface temperatures that could then exceed the temperature class of the machine. If uncertainty exists with regard to possible adverse effects on the temperature class; the repairer shall seek guidance, preferably from the manufacturer, before this procedure is adopted.

Skimmed or damaged stator cores shall be submitted to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could adversely affect the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings. The "flux test" shall be conducted at 1,5 Tesla and the testing conditions and result recorded.

7.4 Alterations and modifications

7.4.1 Enclosures

Enclosures not containing a source of release of flammable gas may be modified. Any modified part shall meet the conditions given in 7.2.

Enclosures with an internal source of release of flammable gas such as analysers, chromatographs, etc. shall not be modified in any way whatsoever without reference to the manufacturer.

The point(s) at which the level of overpressure and the rate of flow or purging gas is (are) monitored shall not be altered nor should the setting of any timer or other monitoring devices be changed.

7.4.2 Cable and conduit entries

Special care shall be taken to ensure that if alteration is made to entries, the specified type of protection and degree of ingress protection are maintained.

7.4.3 Terminations

Modification of terminations shall be made using good engineering practices.

7.4.4 Windings

Rewinding of the equipment for another voltage shall be carried out only after reference to the manufacturer provided that, for example, the magnetic loading, current densities and losses are not increased, appropriate new creepage and clearance distances are observed and the new voltage is within the limits of the certificate documents. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed shall not be carried out without reference to the manufacturer, since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits imposed by the assigned temperature class if appropriate, and the efficacy of the pressurizing system could be jeopardized.

7.4.5 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and the procedure for the proposed addition.

8 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "e" (increased safety)

8.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection "e". It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling Ex "e" equipment are those to which the equipment was originally manufactured (see IEC 60079-7).

8.2 Repair and overhaul

8.2.1 Enclosures

While it is preferable to obtain new parts from the manufacturer, in principle, damaged parts may be repaired or replaced with others, given that the degree of ingress protection and temperature classification as stipulated on the certification label are preserved.

NOTE The specific IP rating is integral to type of protection "e". The performance of gaskets and seals is critical to maintaining that IP rating and has been subjected to special conditioning and testing and should only be replaced with gaskets and seals of identical materials and identical construction.

A more stringent degree of ingress protection than that specified in the equipment standard may have been provided to cater for environmental conditions in which case any repair shall not jeopardize such higher degree of ingress protection.

Particular attention is drawn to impact test requirements of all parts of the enclosure and also the degree of ingress protection to be provided for air inlet and outlet openings, as given in the equipment standard.

Adequate clearance shall be maintained between stationary and rotating parts in accordance with the equipment standard. Adequate clearance shall mean the clearance required by the manufacturer's certified drawings or in the absence of drawings, minimum clearance as specified in IEC 60079-7.

Attention is drawn to the effects of surface finishes, paint, etc. on the temperature classification of enclosures. Only finishes specified by the manufacturer or equivalent shall be applied.

8.2.2 Cable or conduit entries

Entries shall preserve a minimum IP54 degree of ingress protection, in accordance with the requirements of IEC 60529, and at least the same IP rating as the equipment was originally designed for.

8.2.3 Terminations

The design of terminations in terms of the materials and construction used, the creepage and clearance distances and the comparative tracking indices of termination insulation will normally be fully specified in the certificate documents. Replacement parts shall be obtained from the manufacturer or his advice sought regarding acceptable alternatives.

Where terminations are loose leads, the methods of termination including insulation shall be in accordance with the certificate documentation.

8.2.4 Insulation

Comprehensive details of the insulation system of windings, including the type of impregnation varnish, are normally included in the certificate documentation. Where this does not apply, full information shall be sought from the manufacturer or determined by detailed inspection of the original winding.

8.2.5 Internal connections

If internal connections are to be renewed, the insulation on such connections shall not be electrically, thermally or mechanically inferior to that originally supplied.

The cross-sectional area of any replacement connection shall not be less than that originally fitted. The permitted methods of connecting conductors are given in the relevant standards.

8.2.6 Windings

8.2.6.1 General

The electrical construction of Type of Protection "e" equipment decisively influences the explosion safety and the repairer shall be in full possession of the necessary information and equipment. The whole of the winding shall be restored to the original condition except that a partial winding replacement may be possible on larger equipment where this may be practicable.

8.2.6.1.1 For machines with a rated voltage of 1 000 V or less; machines evaluated to IEC 60079-7:1969, 1990 or 2001:

The following repair techniques are acceptable:

- stator windings replaced with those provided by the manufacturer;
- stator windings replaced based on manufacturer's winding data;
- copy winding techniques.

The following winding data are required to be able to repair the stator winding and maintain the original t_E :

- a) type of winding – for example, single-layer, double-layer, etc.;
- b) winding diagram;
- c) number of turns/conductors/slot, parallel paths per phase;
- d) interphase connections;
- e) conductor size;
- f) insulation system, including slot insulation and the generic varnish system or process such as VPI or trickle;
- g) measurement or calculation of resistance/phase or between terminals;
- h) coil pitch;
- i) winding projection, including clearance between coils and enclosure.

NOTE 1 Converter-fed motors are not protected using the concept of t_E , but are protected either with embedded temperature sensors or by the inherent design of the converter.

Where copy rewind techniques are being used, all of the following are required:

- a) Where there is a risk of damaging the core when stripping out the old winding, a core flux test shall be conducted, at an appropriate value, such as 1,5 T (50 Hz) or 1,32 T (60 Hz), before and after stripping winding to verify condition of core. The core losses after stripping shall be no greater than 110 % of the core losses before stripping.

- b) Removal of stator winding shall be by use of chemical stripping, controlled pyrolysis (temperature controlled burn out) where the stator temperature does not exceed 370 °C or cold stripping process.
- c) The cross section area of the conductor shall be no less than the cross section area of the original winding and not greater than 103 % of the cross section area of the original winding.
- d) The type of winding used on the original winding shall be used for the rewind – for example, single-layer, double-layer, lap, concentric, etc.
- e) The number of conductors/slot, and parallel paths per phase shall be as in the original winding.
- f) The mean length turn of the coil shall be no greater than the original winding coil or preferably reduced.
- g) The stator winding projection shall be the same as the original winding.
- h) Embedded temperature sensors shall be fitted in the same location as the temperature sensors in the original winding.
- i) The generic varnish system process shall be the same as used in the original winding, such as trickle epoxy resin, solvent free resin using VPI, or triple dip with pre-heating and cure in resin with solvent
- j) After impregnation but before curing, the stator bore shall be cleaned. This is in order to minimise the need for stator bore cleaning after the stator winding is cured, which can increase stray losses.
- k) The resistance/phase or between terminals shall be within ± 5 % of the original winding.

NOTE 2 The EASA/AEMT Rewind Study titled *The Effects of Repair/Rewinding on Motor Efficiency* published by EASA & AEMT provides additional information on Best Practice during rewinding & repair. This document is available as a free download from www.easa.com or www.iecex.com.

8.2.6.1.2 For machines with a rated voltage of greater than 1 000 V; machines evaluated to IEC 60079-7:1990 or 2001:

In addition to the revised requirements of 8.2.6.1.1:

Unless the insulation system has been previously subjected to the stator incendivity tests of IEC 60079-7:1990 or 2001, the complete motor windings shall be subjected to the stator incendivity tests of IEC 60079-7:1990 or 2001 as applicable.

NOTE 1 Equipment evaluated against the requirements of IEC 60079-7:1969 or 1990, was not subjected to additional requirements for high-voltage machines. These machines, if returned to original condition, will likely only comply with the requirements of the standard to which they were originally evaluated.

NOTE 2 Additional information on the evaluation of stator windings and insulation systems based on the IECEx Decision Sheet DS2013/006 (available from www.iecex.com) can be found in Annex D.

8.2.6.2 Repair of rotating machine rotors

A faulty bar-wound rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer or repaired using materials of identical specification. Particular care is necessary to ensure that, when replacing bars in a cage rotor, such bars are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer should be adopted.

A faulty die-cast cage rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer.

If the original manufacturer is no longer able to supply a replacement it is possible to produce a new rotor winding with identical characteristics to the original.

NOTE Identical characteristics includes materials and dimensional characteristics of shorting ring and ventilation aides.

Damage to the external surface of the shorting ring of a die cast rotor including ventilation stirres can be repaired

8.2.6.3 Testing after repair of windings

8.2.6.3.1 General

After complete or partial repair, windings shall be subjected, with the equipment assembled, to the following tests so far as is reasonably practicable.

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. Replacement winding resistance should not differ from the original winding resistance by more than 5 %. In the case of polyphase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced. Unbalance (i.e. the difference between the highest and the lowest values) shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 If the winding resistance of the repaired winding differs from that of the original winding (either obtained from the original manufacturer's data, measurement from an undamaged winding, or derived by calculation from the damaged winding) by more than 5 %, additional thermal tests may be required to confirm continued conformity to the stated insulation class and temperature class.

NOTE 2 In the event that the winding resistance is unbalanced, it should be verified by a competent person that the specific motor is suitable for the intended application.

- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. The minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended. Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature and type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE 3 The insulation resistance should not be less than 20 M Ω at 20 °C on a completely rewound equipment intended for use up to 690 V.

- c) A high-voltage test, in accordance with a relevant equipment standard, shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value shall be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in polyphase systems should be balanced in all phases, as far as is reasonable.
- e) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

8.2.6.3.2 Rotating machines

In addition to the above tests, rotating machines shall be subjected to the following tests so far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at rated speed and rated voltage, to check bearing temperature, noise or vibration and no load current values. The cause of any untoward increase in bearing temperature, noise and/or vibration shall be investigated and corrected. Unbalance in no load current shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 When the rated speed is a range of values, the test should be run at the highest practicable speed within that range.

- b) The stator windings of cage machines shall be energized at nominal voltage, with the rotor locked to verify the current I_A and the resulting ratio I_A/I_N within the tolerances of ± 10 %. If the voltage needs to be reduced due to the test equipment the current and current ratio shall be calculated in accordance with common engineering rules. Current unbalance of less than 5 % of the middle value is acceptable. (The test is used to confirm the integrity of the stator winding and its connections and to indicate the presence of rotor defects.)

The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load current and to ensure balance on all phases. (The test, which in some respects is an alternative to a full-load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its connections and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance of less than 5 % of the middle value is acceptable.

NOTE 2 Where this test is not reasonably practical other means of verification should be used.

- c) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE 3 Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

8.2.6.4 Temperature sensors

8.2.6.4.1 Repaired windings

If embedded temperature sensors were included to monitor winding temperatures, it is recommended that an identical replacement be embedded in the same location in the repaired winding before varnishing and curing.

8.2.6.4.2 Overhaul

It is recommended that temperature sensors be checked and if defective replaced as part of any overhaul. If replacement is required, temperature sensors shall be as specified in the documentation prepared in accordance with IEC 60079-0, and shall be installed as specified in that documentation. Replacement of defective embedded temperature sensors during an overhaul, which are required as part of the certificate documentation, will necessitate a stator rewind.

NOTE If the documentation is not available, or the identical temperature sensors are not available, the acceptability of the replacement should be assessed and documented by the responsible person.

8.2.7 Light-transmitting parts

No attempt shall be made to repair light-transmitting parts and only replacement components provided by the manufacturer shall be used. Light-transmitting parts or other parts made of plastic shall not be cleaned with solvents. Household detergents may be used.

8.2.8 Encapsulated parts

In general, encapsulated parts (for example, switching devices in luminaires) are not considered suitable for repair or reclamation.

8.2.9 Batteries

Where batteries are used, reference shall be made to the manufacturer's instructions before carrying out any repair or replacement.

8.2.10 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

Special care shall be taken with single-pin tubular fluorescent tubes. The single pin, when inserted in the lampholder, forms a flameproof enclosure and distortion or misalignment may affect the designed explosion protection.

8.2.11 Lampholders

Only replacements specified by the manufacturer shall be used. In those cases where the wiring to the lampholder is factory-made (crimps, etc.), rewiring shall not be undertaken unless the repairer has the equipment to make up the wiring to the same standard.

NOTE Lampholders for type of protection "e" luminaires are invariably of specific types, either single-pin for tubular fluorescent lamps or screw for other types.

8.2.12 Ballasts

Chokes, and capacitors, shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

8.2.13 Breathing devices

Breathing devices shall be serviced to maintain the explosion protection properties of the enclosure in accordance with documentation. If this documentation is not obtainable, breathing devices shall be replaced only by those parts listed in a certificate documentation. If breathing devices carry an Ex component certificate, only a suitably certified and dimensioned part can be used.

8.3 Reclamation

Reclamation using the techniques detailed in Clause 4 may be used with the type of protection "e" equipment subject to the following restrictions of this clause.

8.3.1 Enclosures

8.3.1.1 General

If minor damage to enclosures, terminal boxes and covers is to be repaired by welding or metal stitching, care shall be taken to ensure that the integrity of the equipment is not significantly impaired as to degrade the type of protection, in particular, that it remains capable of withstanding the impact test and maintains the degree of ingress protection.

8.3.1.2 Joints

If damaged or corroded joint faces are to be machined, the mechanical strength and operation of the component shall not be impaired nor the degree of ingress protection affected.

Where joints are provided to achieve close tolerance location, machining the male part may require addition of metal to it and also machining of the female part (or vice versa) to retain the location properties of the joint. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal shall be by electroplating, sleeving or welding, but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa is not recommended.

8.3.1.3 Shafts and housings

If shafts and bearing housings are to be reclaimed, this may be carried out by use of metal spraying or sleeving techniques. Welding may be appropriate with due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.2.9).

8.3.2 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be reclaimed by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

8.3.3 Rotors and stators

If rotors and stators are to be skimmed to remove eccentricities and surface damage, the resulting increased air gap between rotor and stator may produce a change in surface temperatures that could then exceed the temperature class of the machine. If uncertainty exists with regard to possible adverse effects on the temperature class; the repairer shall seek guidance, preferably from the manufacturer, before this procedure is adopted.

Skimmed or damaged stator cores shall be submitted to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which adversely affect the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings.

The repairer shall seek and follow advice from the manufacturer before this procedure is adopted or the equipment is re-tested in accordance with the type of protection standard.

8.4 Modifications

8.4.1 Enclosures

Enclosures may be modified provided that the specified temperature classification, degree of ingress protection and impact test requirements of the appropriate standards are met.

8.4.2 Cable and conduit entries

Special care shall be taken to ensure that if alteration is made to entries, the specified type of protection and degree of ingress protection are maintained.

8.4.3 Terminations

No modification of terminations shall be made without reference to the manufacturer.

8.4.4 Windings

Rewinding of the equipment for another voltage or connection shall not be carried out without guidance from the manufacturer and provided that, for example, the magnetic loading, current densities and losses are not increased, new appropriate creepage and clearance distances are observed, and the new voltage, t_E time and I_A/I_N ratio are within the limits of the certificate documentation. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed shall not be carried out without guidance from the manufacturer, since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits of the certificate documentation. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

8.4.5 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and the procedure for the proposed modification.

9 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "n"

9.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection "n". It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling an

Ex "n" equipment are those to which the equipment was originally manufactured (see IEC 60079-15).

9.2 Repair and overhaul

9.2.1 Enclosures

Whilst it is preferable to obtain new parts from the manufacturer, in principle, damaged parts may be repaired or replaced with others, given that the degree of ingress protection and temperature classification as stipulated on the label is preserved.

NOTE The specific IP rating is integral to type of protection "n". The performance of gaskets and seals is critical to maintaining that IP rating and has been subjected to special conditioning and testing and should only be replaced with gaskets and seals of identical materials and identical construction.

A more stringent degree of ingress protection than that specified in the equipment standard may have been provided to cater for environmental conditions, in which case any repair shall not jeopardize such higher degree of ingress protection.

Particular attention is drawn to the impact test requirements of all parts of the enclosure as given in the equipment standard.

Adequate clearance shall be maintained between stationary and rotating parts in accordance with the equipment standard.

Restricted breathing enclosures depend for their explosion protection on gaskets and other means of sealing. The condition of the sealing arrangements may adversely affect the type of protection.

Attention is drawn to the effect of surface finish, paint, etc. on the temperature classification of enclosures.

9.2.2 Cable and conduit entries

Entries shall preserve a minimum IP54 degree of protection in accordance with the requirements of IEC 60529.

9.2.3 Terminations

Care shall be taken when refurbishing terminal compartments to maintain clearances and creepages in accordance with the equipment standard. Where non-metallic screws are used for fixing, only replacement screws of similar materials shall be used.

Where terminations are loose leads, the method of termination including insulation shall be in accordance with the certificate documentation.

9.2.4 Insulation

A class of insulation the same as or superior to that originally provided shall be employed, for example, a winding insulated with class E material may be repaired using class F material (see IEC 60085).

9.2.5 Internal connections

If internal connections are to be renewed, the insulation on such connections shall not be electrically, thermally or mechanically inferior to that originally supplied.

The cross-sectional area of any replacement connection shall not be less than that originally fitted.

9.2.6 Windings

9.2.6.1 General

The electrical construction of type of protection "n" equipment decisively influences the explosion safety and the repairer shall be in full possession of the necessary information and equipment. The whole of the winding shall be restored to the original condition except that a partial winding replacement may be possible on larger equipment where this may be practicable.

For machines evaluated to IEC 60079-15:1987 or 2001, one of the following repair options shall be employed:

- stator windings replaced with those provided by the manufacturer;
- repair based on manufacturer's winding data;
- copy winding technique, which includes determination of winding connections, conductor size, turns, coil pitch, winding projection, and may include a determination of the original coil resistance.

For machines with a rated voltage of 1 000 V or less, evaluated to IEC 60079-15:2005 or 2010, one of the following repair options shall be employed:

- stator windings replaced with those provided by the manufacturer.
- repair based on manufacturer's winding data;
- copy winding technique, which includes determination of winding connections, conductor size, turns, coil pitch, winding projection, and may include a determination of the original coil resistance.

For machines with a rated voltage of greater than 1 000 V, one of the following repair options shall be employed, ensuring that, unless the insulation system has been previously subjected to the stator incendivity tests of IEC 60079-15:2005 or 2010, the motor windings shall be subjected to the stator incendivity tests of IEC 60079-15:2005 or 2010. For IEC 60079-15:2005, the end user has the option of advising that the risk factors used for the original assessment against IEC 60079-15:2005 indicated a low potential for stator winding discharge, and therefore the stator incendivity tests were not performed:

- stator windings replaced with those provided by the manufacturer;
- stator windings replaced based on manufacturer's winding data;
- copy winding technique.

The following winding data are required to be able to repair the stator winding and maintain the original t_E :

- a) type of winding – for example, single-layer, double-layer, etc.;
- b) winding diagram;
- c) number of turns/conductors/slot, parallel paths per phase;
- d) interphase connections;
- e) conductor size;
- f) insulation system, including slot insulation and the generic varnish system or process such as VPI or trickle;
- g) measurement or calculation of resistance/phase or between terminals;
- h) coil pitch;
- i) winding projection, including clearance between coils and enclosure.

NOTE 1 Converter-fed motors are not protected using the concept of t_E , but are protected either with embedded temperature sensors or by the inherent design of the converter.

Where copy rewind techniques are being used, all of the following are required:

- a) A core flux test shall be conducted at an appropriate value, such as 1,5 T (50 Hz) or 1,32 T (60 Hz), before and after stripping winding to verify condition of core. The core losses after stripping shall be no greater than 110 % of the core losses before stripping.
- b) Removal of stator winding shall be by use of chemical stripping, controlled pyrolysis (temperature controlled burn out) where the stator temperature does not exceed 370 °C or cold stripping process.
- c) The cross section area of the conductor shall be no less than the cross section area of the original winding and not greater than 103 % of the cross section area of the original winding.
- d) The type of winding used on the original winding shall be used for the rewind – for example, single-layer, double-layer, lap, concentric, etc.
- e) The number of conductors/slot, and parallel paths per phase shall be as in the original winding.
- f) The mean length turn of the coil shall be no greater than the original winding coil or preferably reduced.
- g) The stator winding projection shall be the same as the original winding.
- h) Embedded temperature sensors shall be fitted in the same location as the temperature sensors in the original winding.
- i) The generic varnish system process shall be the same as used in the original winding, such as trickle epoxy resin, solvent free resin using VPI, or triple dip with pre-heating and cure in resin with solvent
- j) After impregnation but before curing, the stator bore shall be cleaned. This is in order to minimise the need for stator bore cleaning after the stator winding is cured, which can increase stray losses.
- k) The resistance/phase or between terminals shall be within ± 5 % of the original winding.

NOTE 2 Additional information on the 'Evaluation of Best Practice During Rewinding & Repair' can be found in Annex D.

9.2.6.2 Repair of rotating machine rotors

A faulty bar-wound rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer or repaired using materials of identical specification. Particular care is necessary to ensure that, when replacing bars in a cage rotor, such bars are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer should be adopted.

A faulty die-cast cage rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer.

If the original manufacturer is no longer able to supply a replacement, it is possible to produce a new rotor winding with identical characteristics to the original.

NOTE Identical characteristics includes materials and dimensional characteristics of shorting ring and ventilation aides.

Damage to the external surface of the shorting ring of a die cast rotor including ventilation stirres can be repaired.

9.2.6.3 Testing after repair of windings

9.2.6.3.1 General

Windings, after complete or partial repair, shall be subjected, with the equipment assembled, to the following tests as far as is reasonably practicable.

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. Replacement winding resistance should not differ from the original winding resistance by more than 5 %. In the case of polyphase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced. Unbalance (i.e. the difference between the highest and the lowest values) shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 If the winding resistance of the repaired winding differs from that of the original winding (either obtained from the original manufacturer's data, measurement from an undamaged winding, or derived by calculation from the damaged winding) by more than 5 %, additional thermal tests may be required to confirm continued conformity to the stated insulation class and temperature class.

NOTE 2 In the event that the winding resistance is unbalanced, it should be verified by a competent person that the specific motor is suitable for the intended application.

- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. A minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended.

Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature, type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE 3 The insulation resistance should not be less than 20 MΩ at 20 °C, on a completely rewound equipment intended for use at up to 690 V.

- c) A high-voltage test in accordance with a relevant equipment standard shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value should be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in polyphase systems shall be balanced in all phases, as far as is reasonable.
- e) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair and overhaul contract.

9.2.6.3.2 Rotating machines

Rotating machines, in addition to the above tests, shall be subjected to the following tests so far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at rated speed and rated voltage, to check bearing temperature, noise or vibration and no load current values. The cause of any untoward increase in bearing temperature, noise and/or vibration shall be investigated and corrected. Unbalance in no load current shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 When the rated speed is a range of values, the test should be run at the highest practicable speed within that range.

- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load rated current and to ensure balance on all phases. (The test, which, in some respects, is an alternative to a full-load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its connections and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance of less than 5 % of the middle value is acceptable.

NOTE 2 Where this test is not reasonably practical other means of verification should be used.

- c) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE 3 Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

9.2.6.4 Temperature sensors

9.2.6.4.1 Repaired windings

If embedded temperature sensors were included to monitor winding temperatures, it is recommended that replacements have the same characteristics as the original sensors and they are embedded in the same location in the repaired winding before varnishing and curing.

9.2.6.4.2 Overhaul

It is recommended that temperature sensors be checked and if defective replaced as part of any overhaul. If replacement is required, temperature sensors shall be as specified in the documentation prepared in accordance with IEC 60079-0, and shall be installed as specified in that documentation. Replacement of defective embedded temperature sensors during an overhaul, which are required as part of the certificate documentation, will necessitate a stator rewind.

NOTE If the documentation is not available, or the identical temperature sensors are not available, the acceptability of the replacement should be assessed and documented by the responsible person.

9.2.7 Light-transmitting parts

Light-transmitting or other parts made of plastic shall not be cleaned with solvents. Household detergents may be used.

9.2.8 Encapsulated parts

In general, encapsulated parts, for example, switching devices in luminaires, are not considered suitable for repair.

9.2.9 Batteries

Where batteries are used, reference shall be made to the manufacturer's instructions before carrying out any repair or replacement.

9.2.10 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

9.2.11 Lamp holders

Lamp holders shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

NOTE The position of a reflector, if any, or the distance between the lamp and the window should be maintained.

9.2.12 Ballasts

Chokes and capacitors shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

9.2.13 Enclosed break devices

In general, enclosed break devices are not considered to be suitable for repair. Replacement parts listed by the manufacturer shall be used.

9.2.14 Breathing devices

Breathing devices shall be serviced to maintain the explosion protection properties of the enclosure in accordance with documentation. If this documentation is not obtainable, breathing devices shall be replaced only by those parts listed in a certificate documentation. If breathing devices carry an Ex component certificate, only a suitably certified and dimensioned part can be used.

9.3 Reclamation

9.3.1 General

Reclamations using the techniques detailed in 4.4.2.4 may be used with type of protection "n" equipment subject to the following restrictions of this subclause.

9.3.2 Enclosures

If minor damage to enclosures, terminal boxes and covers is to be repaired by welding or metal stitching, care shall be taken to ensure that the integrity of the equipment is not impaired, in particular, that it remains capable of withstanding the impact test and maintains the degree of ingress protection.

9.3.3 Joints

If damaged or corroded faces are to be machined, the mechanical strength and operation of the component shall not be impaired nor the degree of ingress protection affected.

Spigoted joints are normally provided to achieve close tolerance location. Thus, machining the male part will require addition of metal to and machining of the female part (or vice versa) to retain the location properties of the joint. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal shall be by electroplating, sleeving or welding, but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa is not recommended.

9.3.4 Shafts and housings

Shafts and bearing housings may be reclaimed, preferably by use of metal spraying or sleeving techniques. Welding may be appropriate having due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.2.9).

9.3.5 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be built up by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

9.3.6 Rotors and stators

If rotors and stators are to be skimmed to remove eccentricities and surface damage, the resulting increased air gap between rotor and stator may produce higher external surface temperatures that could then exceed the temperature class of the machine. If uncertainty exists with regard to possible adverse effects on the temperature class, the repairer shall seek guidance, preferably from the manufacturer, before this procedure is adopted.

Skimmed or damaged stator cores shall be submitted to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could adversely affect the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings.

9.4 Alterations and modifications

9.4.1 Enclosures

Enclosures may be modified provided that the specified temperature classification, degree of ingress protection and impact test requirements of the appropriate standard are met.

9.4.2 Cable and conduit entries

Care shall be taken to ensure that the specified type of protection and degree of ingress protection are maintained.

9.4.3 Terminations

Terminations shall be modified only if compliance with the equipment standard is maintained.

9.4.4 Windings

It is permissible to rewind the equipment for another voltage after reference to the manufacturer provided that, for example, the magnetic loading, current densities and losses are not increased, appropriate new clearances and creepage distances are observed and the new voltage is within the limits of the certificate. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed is not permissible without reference to the manufacturer since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits of the certificate documentation.

9.4.5 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and procedure for the proposed modification.

10 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment covered by IEC 60079-26

No repair or overhaul shall be carried out without availability of manufacturer information. In addition to meeting the requirements of IEC 60079-26, the applicable requirements of Clauses 5 to 8 of this standard still apply.

If the certificate documentation is not available, the equipment shall be subjected to re-testing in accordance with the appropriate equipment standard.

11 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection Group III 't' (formerly known as 'tD' or DIP)

11.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection Group III 't' (formerly known as 'tD' or DIP). It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling an Group III 't' equipment are those to which the equipment was originally manufactured.

NOTE The highest temperature which is attained by any part of the external surface of electrical equipment when tested under the defined dust-free or dust-layer conditions at the specified maximum ambient temperature (normally 40 °C) is marked on the equipment as a temperature value *T*. Practice A equipment with the zone

prefixed "A" had been type-tested under dust-free conditions. Practice B equipment with the zone prefixed "B" had been type-tested under dust-layer conditions.

11.2 Repair and overhaul

11.2.1 Enclosures

Whilst it is preferable to obtain new parts from the manufacturer, in principle, damaged parts may be repaired or replaced with others, given that the degree of ingress protection and temperature classification as stipulated on the certification label is preserved.

NOTE The specific IP rating is integral to type of protection Group III 't' (formerly known as 'tD' or DIP). The performance of gaskets and seals is critical to maintaining that IP rating and has been subjected to special conditioning and testing and should only be replaced with gaskets and seals of identical materials and identical construction.

If visual inspection (for example, ingress of dust or water) indicates that the effectiveness of sealing elements of the enclosure suffered from damage or ageing, such elements shall be replaced, preferably by using original spare parts supplied by the equipment manufacturer or by gasket parts of equivalent quality. Particular attention shall be given to ensuring the characteristics such as method of retention, uninterrupted periphery, durometer hardness, percentage recovery etc of the equivalent material.

If there are any signs that the specified temperature has been exceeded, or, in case of doubt, actual measurements according to relevant equipment type(s) of protection standards shall be made. If necessary, active parts such as windings, cores, cooling systems shall be replaced using manufacturer's spare parts and/or advice.

A more stringent degree of ingress protection than that specified in the equipment standard may have been provided to cater for environmental conditions, in which case any repair shall not jeopardize such higher degree of ingress protection.

Particular attention is drawn to the impact test requirements of all parts of the enclosure as given in the equipment standard.

Adequate clearance shall be maintained between stationary and rotating parts in accordance with the equipment standard.

Attention is drawn to the effect of surface finish, paint, etc. on the temperature classification of enclosures. Only finishes specified by the manufacturer or equivalent should be applied.

Plastic material for enclosures, parts of enclosures or parts of the external ventilation system of rotating electrical machines are designed so that the danger of ignition due to propagating brush discharges is avoided. Spare parts, in addition to dimensional compliance, shall have the electrostatic discharge properties as specified in IEC 61241-0.

11.2.2 Cable and conduit entries

Entries shall preserve a minimum IP5X or IP6X degree of ingress protection as appropriate in accordance with the requirements of IEC 60529.

11.2.3 Terminations

Care shall be taken when refurbishing terminal compartments to maintain clearances and creepages and ingress protection in accordance with the equipment standard. Where non-metallic screws are used for fixing, only replacement screws of similar materials shall be used.

Where terminations are loose leads, the method of termination including insulation shall be in accordance with the certificate documentation.

11.2.4 Insulation

A superior class of insulation compared with that originally used does not permit an increase in equipment rating without reference to the manufacturer.

11.2.5 Internal connections

The cross-sectional area of any replacement connection shall not be less than that originally fitted.

11.2.6 Windings

11.2.6.1 General

Where rewinding is carried out, it is essential that the original winding data are determined and that the new winding conforms to the original. If superior insulation is proposed compared to that of the original, the rating of the winding shall not be increased without reference to the manufacturer, as the temperature classification of the equipment could then be adversely affected.

The original winding data should preferably be obtained from the manufacturer. If this is not reasonably practicable, then use may be made of copy winding techniques, which includes determination of winding connections, conductor size, turns, coil pitch, winding projection, and may include a determination of the original coil resistance.

It is not recommended to have a partial winding replacement, except on a larger equipment where this may be practicable, unless reference has been made to the manufacturer or certifying authority.

11.2.6.2 Repair of machine rotors

A faulty bar-wound rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer or repaired using materials of identical specification. Particular care is necessary to ensure that, when replacing bars in a cage rotor, such bars are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer should be adopted.

A faulty die-cast cage rotor shall be replaced by a new rotor produced by the original manufacturer.

If the original manufacturer is no longer able to supply a replacement it is possible to produce a new rotor winding with identical characteristics to the original.

NOTE Identical characteristics includes materials and dimensional characteristics of shorting ring and ventilation aides.

Damage to the external surface of the shorting ring of a die cast rotor including ventilation stirres can be repaired.

11.2.6.3 Testing after repair of windings

11.2.6.3.1 General

Windings, after complete or partial repair, shall be subjected, with the equipment assembled, to the following tests as far as is reasonably practicable:

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. Replacement winding resistance should not differ from the original winding resistance by more than 5 %. In the case of polyphase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced. Unbalance (i.e. the difference between the highest and the lowest values) shall be less than 5 % of middle value.

NOTE 1 If the winding resistance of the repaired winding differs from that of the original winding by more than 5 %, additional thermal tests may be required to confirm continued conformity to the stated insulation class and temperature class.

NOTE 2 In the event that the winding resistance is unbalanced, it should be verified by a competent person that the specific motor is suitable for the intended application.

- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. A minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended.

Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature, type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE The insulation resistance should not be less than 20 M Ω at 20 °C, on a completely rewound equipment intended for use at up to 690 V.

- c) A high-voltage test in accordance with a relevant equipment standard shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value should be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in polyphase systems shall be balanced in all phases, as far as is reasonable.
- e) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair and overhaul contract.

11.2.6.3.2 Rotating machines

Rotating machines, in addition to the above tests, shall be subjected to the following tests so far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at rated speed and rated voltage, to check bearing temperature, noise or vibration and no load current values. The cause of any untoward increase in bearing temperature, noise and/or vibration shall be investigated and corrected. Unbalance in no load current shall be less than 5 % of middle value.

NOTE When the rated speed is a range of values, the test should be run at the highest practicable speed within that range.

- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load rated current and to ensure balance on all phases. (The test, which in some respects is an alternative to a full load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its connections and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance shall be less than 5 % of middle value.

NOTE Where this test is not reasonably practical other means of verification should be used.

- c) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034, or the manufacturer's recommendation may be obtained for special circumstances.

11.2.6.4 Temperature sensors

11.2.6.4.1 Repaired windings

If embedded temperature sensors were included to monitor winding temperatures, it is recommended that replacements have the same characteristics as the original sensors and they are embedded in the same location in the repaired winding before varnishing and curing.

11.2.6.4.2 Overhaul

It is recommended that temperature sensors be checked and if defective replaced as part of any overhaul. If replacement is required, temperature sensors shall be as specified in the documentation prepared in accordance with IEC 60079-0, and shall be installed as specified in that documentation. Replacement of defective embedded temperature sensors during an overhaul, which are required as part of the certificate documentation, will necessitate a stator rewind.

NOTE If the documentation is not available, or the identical temperature sensors are not available, the acceptability of the replacement should be assessed and documented by the responsible person.

11.2.7 Light-transmitting parts

Light-transmitting or other parts made of plastic shall not be cleaned with solvents. Household detergents may be used.

11.2.8 Batteries

Where batteries are used, reference shall be made to the manufacturer's instructions before carrying out any repair or replacement.

11.2.9 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

11.2.10 Lamp holders

Lamp holders shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

NOTE The position of a reflector, if any, or the distance between the lamp and the window should be maintained.

11.2.11 Ballasts

Chokes and capacitors, shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, if obtainable. If these are no longer obtainable, an equivalent may be used, if verified by a person with competency in the compliance of the equipment or component being replaced and the type(s) of protection standards.

11.2.12 Breathing devices

Breathing devices shall be replaced only by the manufacturer's listed parts. Alternatively a suitably certified and dimensioned part can be used.

NOTE Suitably certified includes protection type, gas group and ingress protection rating (if applicable).

11.3 Reclamation

Reclamations using the techniques detailed in 4.4.2.4 may be used with type of protection 't' equipment subject to the following restrictions of this subclause.

11.3.1 Enclosures

If minor damage to enclosures, terminal boxes and covers is to be repaired by welding or metal stitching, care shall be taken to ensure that the integrity of the equipment is not impaired, in particular, that it remains capable of withstanding the impact test and maintains the degree of ingress protection.

11.3.2 Joints

If damaged or corroded faces are to be machined, the mechanical strength and operation of the component shall not be impaired nor the degree of ingress protection affected.

Spigoted joints are normally provided to achieve close tolerance location. Thus, machining the male part will require addition of metal to, and machining of, the female part (or vice versa) to retain the location properties of the joint. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal shall be by electroplating, sleeving or welding, but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa is not recommended.

11.3.3 Shafts and housings

Shafts and bearing housings may be reclaimed, preferably by use of metal spraying or sleeving techniques. Welding (except MMA) may be appropriate having due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.2.9).

11.3.4 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be built up by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

11.3.5 Rotors and stators

If rotors and stators are to be skimmed to remove eccentricities and surface damage, the resulting increased air gap between rotor and stator may produce a change in external surface temperatures that could then exceed the temperature class of the machine. If uncertainty exists with regard to possible adverse effects on the temperature class, the repairer shall seek guidance, preferably from the manufacturer, before this procedure is adopted.

Skimmed or damaged stator cores shall be submitted to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could adversely affect the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings.

11.4 Alterations and modifications

11.4.1 Enclosures

Enclosures may be modified provided that the specified temperature classification, degree of ingress protection and impact test requirements of the appropriate standard are met.

11.4.2 Cable and conduit entries

Care shall be taken to ensure that the specified type of protection and degree of ingress protection are maintained.

11.4.3 Windings

It is permissible to rewind the equipment for another voltage after reference to the manufacturer provided that, for example, the magnetic loading, current densities and losses are not increased, appropriate new clearances and creepage distances are observed and the new voltage is within the limits of the certificate. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed is not permissible without reference to the manufacturer since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits of the certificate documentation.

11.4.4 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and procedure for the proposed modification.

12 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection pressurization 'pD'

12.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation, alteration and modification of equipment with protection type 'pD'. It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling a 'pD' equipment are those to which the equipment was originally manufactured.

Equipment used within enclosures that are certified as complying with the requirements of IEC 61241-4, 'pD' is generally unspecified with respect to that standard. Variations can therefore be made to include equipment without invalidating the certificate. However, there are general restrictions such as electrical performance and temperature rating that are taken into consideration if changes to internal equipment are made.

NOTE In contrast to type of protection 'p' purging is not allowed with type of protection 'pD'. Internal cleaning of the enclosure is necessary before the electrical supply can be connected as per IEC 61241-4.

12.2 Repair and overhaul

The requirements for repair and overhaul are identical with those of protection 'p' as specified in Clause 7.

12.3 Reclamation

The requirements for reclamations are identical with those of protection 'p' as specified in Clause 7.

12.4 Modifications

The requirements for modifications are identical with those of protection 'p' as specified in Clause 7.

Annex A (normative)

Identification of repaired equipment by marking

A.1 Marking information

Repaired and overhauled equipment shall be marked on the main part in a visible place. This marking shall be legible and durable taking into account all relevant environmental conditions. The marking shall include

- the relevant symbol (see Clause A.2 below);
- the standard number "IEC 60079-19" or national equivalent;
- the name of the repairer or his registered trade mark and repair facility certification, if any;
- the repairer's reference number relating to the repair;
- the date of the overhaul/repair.

The marking may be on a plate permanently attached to the repaired equipment.

In the event of subsequent repairs, the earlier repair/overhaul plate shall be removed, and a record being made of all the markings on it.

If an earlier plate has been removed and it had the triangular symbol as shown in A.2.2, then the symbol on subsequent plates should also be triangular unless the repairer restores the whole equipment to full conformity with the certificate documentation.

Equipment which, after repair or overhaul, conforms neither to the certificate documentation nor to the type of protection standard(s) shall have all the marking details relating to the explosion-protection removed with the agreement of the user.

NOTE Existing certification labels should be checked to ensure they are secure and legible.

A.2 Symbols

A.2.1 In accordance with certificate documentation and/or manufacturer's specification

This mark is to be used only when the repair or reclamation is in accordance with this standard and the repairer has sufficient evidence of full compliance with the certificate documentation and/or manufacturer's specification.



A.2.2 In accordance with the type of protection standards but not the certificate documentation

This mark is to be used when either

- a) the equipment is changed during repair or reclamation so that it still complies with the restrictions imposed by this standard and the explosion-protection standards to which it was manufactured, but repairer has insufficient evidence of full compliance with the certificate documentation; or
- b) the standards to which the equipment was manufactured are not known, but the requirements of this standard and the current edition of the relevant explosion-protection

standards have been applied but repairer has insufficient evidence of full compliance with the certificate documentation. An assessment, by a person competent in assessing explosion-protected equipment has been conducted to verify compliance with the relevant level of safety prior to release of the equipment by the repairer.

In these situations the certification labels should not be removed.



NOTE These marking are required for the benefit of subsequent repairers and the only difference between the markings is the method of compliance.

A.2.3 Other situations

Equipment which, after repair or reclamation, does not conform to A.2.1 or A.2.2 should have its original manufacturer's label removed or altered to give a clear indication that the equipment is not in compliance with the certificate documentation until a supplementary certificate is obtained to cover the repair or overhaul.

If the equipment is returned to its owner before such a supplementary certificate is obtained, the record described in 4.4.1.5 should indicate that the equipment is not in serviceable condition and is not to be used in an explosive atmosphere.

Annex B (normative)

Knowledge, skills and competencies of “responsible persons” and “operatives”

B.1 Scope

This annex specifies the knowledge, skills and competencies of persons referred to in this standard.

B.2 Knowledge and skills

B.2.1 Responsible persons

“Responsible persons” who are responsible for the processes involved in the overhaul, repair and reclamation of specific types of explosion protection of explosion protected equipment, shall possess, at least, the following:

- a) general understanding of relevant electrical and mechanical engineering at the craftsperson level or above;
- b) practical understanding of explosion-protection principles and techniques;
- c) understanding and ability to read and assess engineering drawings;
- d) familiarity with measurement functions, including practical metrology skills, to measure known quantities;
- e) working knowledge and understanding of relevant standards in the explosion protection field;
- f) basic knowledge of quality assurance, including the principles of traceability of measurement and instrument calibration.

Such persons shall confine their involvement to overhaul, repair and reclamation in the nominated areas of competence and not engage themselves in modifications of explosion-protected equipment without expert guidance.

B.2.2 Operatives

Operatives shall possess, to the extent necessary to perform their tasks, the following:

- a) understanding of the general principles of types of protection and marking;
- b) understanding of those aspects of equipment design which affect the protection concept;
- c) understanding of examination and testing as related to relevant parts of this standard;
- d) ability to identify replacement parts and components authorized by the manufacturer;
- e) familiarity with the particular techniques to be employed in repairs referred to in this standard.

B.3 Competencies

B.3.1 General

Competencies shall apply to each of the explosion-protection techniques for which the person is involved. For example: it is possible for a person to be competent in the field of repair and overhaul of Ex 'd' motors only and not be fully competent in repair of Ex 'd' switchgear or Ex

'e' motors. In such cases, the repair facility management shall define this in their documentation system.

B.3.2 Responsible persons

Responsible persons shall be able to demonstrate their competency and provide evidence of attaining the knowledge and skill requirements specified in B.2.1 relevant to the types of protection and/or types of equipment involved.

B.3.3 Operatives

Operatives shall be able to demonstrate their competency and provide evidence of attaining the knowledge and skill requirements specified in B.2.2 relevant to the types of protection and/or types of equipment involved.

They shall also be able to demonstrate their competency in the

- use and availability of documentation specified in 4.4.1.5.1;
- production of job reports to the user as specified in 4.4.1.5.2;
- use and production of repair facility records as specified in 4.4.1.5.3.

B.4 Assessment

The competency of responsible persons and operatives shall be verified and attributed, at intervals in accordance with 4.4.1.3 , on the basis of sufficient evidence that the person

- a) has the necessary skills required for the scope of work;
- b) can act competently across the specified range of activities; and
- c) has the relevant knowledge and understanding underpinning competency.

Annex C (normative)

Requirements for measurements in flameproof equipment during overhaul, repair and reclamation (including guidance on tolerances)

C.1 General

Evidence has come to light that there have been instances where equipment passed the Ex d flame transmission test with the gaps set to the maximum specified by the manufacturer but failed the test when set to the larger gaps permitted by the Ex d standard. As such equipment has not necessarily been marked with an 'X' on the certificate, there is no way of knowing whether the equipment can be safely repaired to the values allowed by the standard or whether it needs to be repaired to the smaller gaps specified by the manufacturer. Therefore, in the absence of drawings showing the manufacturer's gaps, repairers shall use the guidance given in Table C.1.

NOTE Figure C.1 is equivalent to Table C.1.

Table C.1 – Determination of maximum gap of reclaimed parts

Ref.	Condition		Maximum gap
1.	Dimensions are available in certificate documentation.		Use the values specified in that documentation.
2.	Original national standard ^a required that the test gap be set at the value in that standard.		Use the values specified in the standard used.
3.a)	Original standard or certification body policy required that suffix 'X' is marked where the test gap is less than the values in the standard used.	Certificate has suffix 'X'.	Use values specified in the 'conditions of use' with the certificate.
3.b)		Certificate has no suffix.	Use the values specified in the standard used.
4.	Relevant dimensions accurately determined: <ul style="list-style-type: none"> – by measurement of the equipment in 'as new' condition; or – from identical undamaged equipment; or – from undamaged parts of the equipment; or – from partially damaged parts of the equipment. 		Use the values determined by measurement.
5.	Other method by which the original dimensions are accurately determined.		Use the values so determined.
6.a)	Other conditions ^{b,c,d}	Cylindrical joints for shaft glands of rotating electrical machines with rolling-element bearings.	Use 80 % of the value specified in the current edition of IEC 60079-1.
6.b)		Other joints	40 % of the appropriate value in the current edition of IEC 60079-1 is smaller than the credible manufacturing gap.
6.c)			40 % of the appropriate value in the current edition of IEC 60079-1 is greater than the credible manufacturing gap.

- a The 'original standard' is the edition of the standard to which the equipment was certified.
- b The reduced gap (80 % or 40 %) is only applicable to damaged parts subject to reclamation.
- c Where the reduced gap contravenes the requirements for the minimum radial gap '*k*' and/or the maximal radial gap '*m*', the required gap shall be the smallest that meets the '*k*' and '*m*' requirements.
- d Damaged gaps on equipment in environments requiring Group IIC equipment cannot be reclaimed.

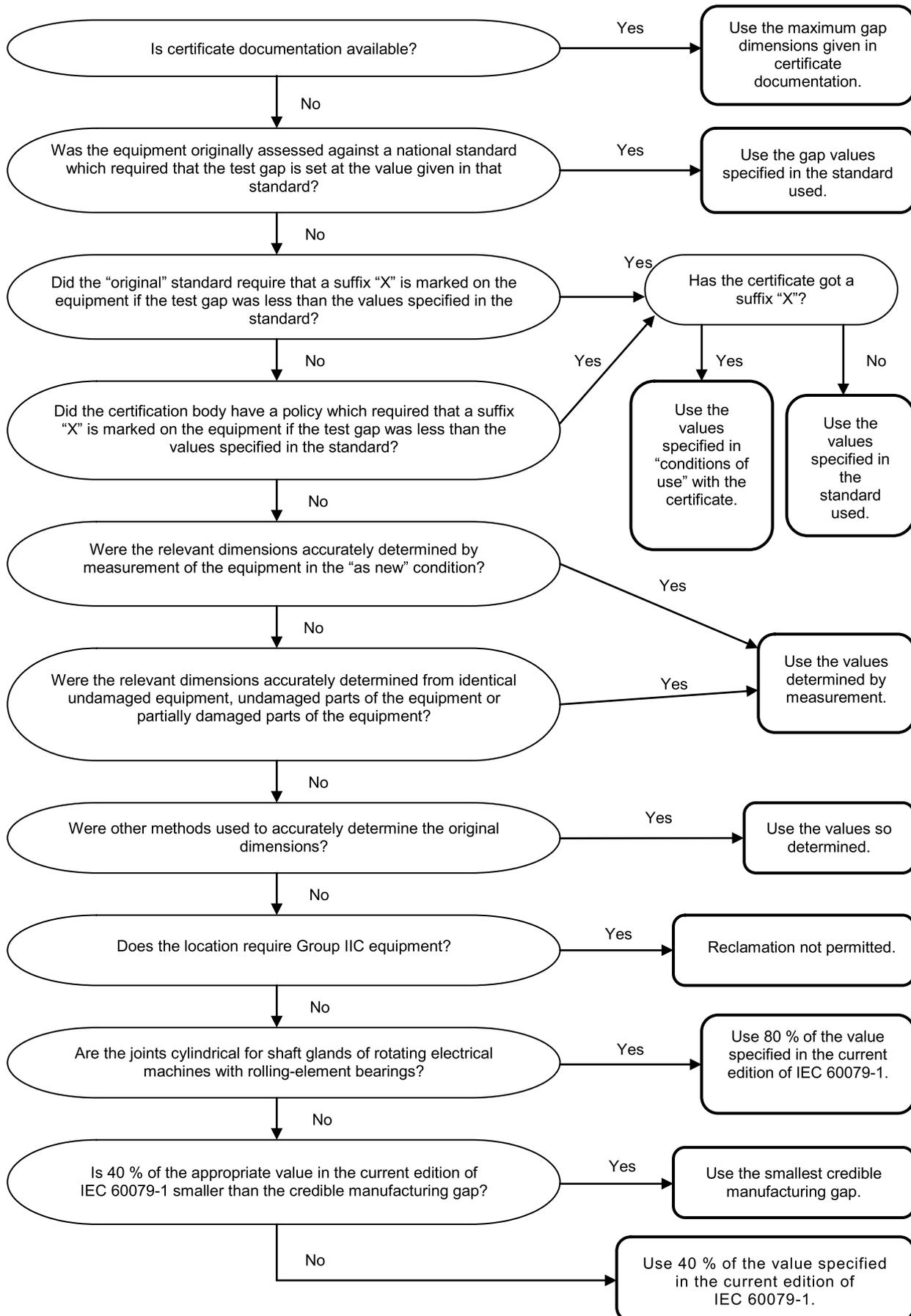


Figure C.1 – Determination of maximum gap of reclaimed parts

Annex D (informative)

When rewinding electric motors, it is important to maintain the original efficiency of the machine to prevent an increase in losses, which may affect the Ex temperature classification.

Information on the effect of rewinding on the efficiency of motors, together with guidance on best practice during repair and rewinding, is available from the EASA/AEMT Rewind Study titled:-

'The Effect of Repair/Rewind on Motor Efficiency'; published by EASA & AEMT.

This is available as a free download from the IECEx web site:

(<http://www.iecex.com/operational.htm>, Operating Document OD 301)

or from the EASA web site:

(<http://www.easa.com/energy>)

Guidance on the data a service facility will need to obtain from the original stator winding, to make a successful copy rewind, is available in IECEx ExTAG Decision Sheet 2013/006 (available as a free download from the IECEx web site:- http://www.iecex.com/extag_decisions.htm)

Bibliography

IEC 60050-426, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 426: Equipment for explosive atmospheres*

IEC 60034 (all parts), *Rotating electrical machines*

IEC 60079-11, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i"*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

ISO 9000, *Quality management and systems – Fundamentals and vocabulary*

ISO 9001, *Quality management systems – Requirements*

ISO 17000, *Conformity assessment – Vocabulary and general principles*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	73
INTRODUCTION.....	75
1 Domaine d'application	76
2 Références normatives.....	76
3 Termes et définitions	77
4 Généralités.....	80
4.1 Principes généraux.....	80
4.2 Exigences réglementaires concernant l'atelier de réparation	80
4.3 Instructions pour l'utilisateur.....	80
4.3.1 Certificats et documents	80
4.3.2 Enregistrements et instructions de travail	80
4.3.3 Réinstallation de l'appareil réparé	81
4.3.4 Ateliers de réparation	81
4.4 Instructions pour l'atelier de réparation.....	81
4.4.1 Réparation et révision.....	81
4.4.2 Remise en état	85
4.4.3 Transformations et modifications	88
4.4.4 Réparations temporaires	88
4.4.5 Parc de machines tournantes	88
4.4.6 Convertisseurs	89
5 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision d'appareils avec le mode de protection "d" (enveloppes antidéflagrantes).....	90
5.1 Application	90
5.2 Réparation et révision	90
5.2.1 Enveloppes	90
5.2.2 Entrées de câbles et de conduits	91
5.2.3 Bornes de raccordement.....	91
5.2.4 Isolation	91
5.2.5 Connexions internes.....	91
5.2.6 Enroulements	91
5.2.7 Appareil auxiliaire.....	93
5.2.8 Parties transparentes ou translucides.....	93
5.2.9 Parties encapsulées	94
5.2.10 Batteries.....	94
5.2.11 Lampes	94
5.2.12 Douilles	94
5.2.13 Ballasts	94
5.2.14 Dispositifs de respiration	94
5.3 Remise en état.....	94
5.3.1 Généralités.....	94
5.3.2 Enveloppes	94
5.3.3 Chemisage	95
5.3.4 Arbres et logements	95
5.3.5 Paliers lisses	96
5.3.6 Rotors et stators	96
5.4 Transformations et modifications	96

5.4.1	Enveloppes	96
5.4.2	Entrées de câbles et de conduits	96
5.4.3	Bornes de raccordement.....	96
5.4.4	Enroulements	96
5.4.5	Appareil auxiliaire.....	97
6	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "i" (sécurité intrinsèque).....	97
6.1	Application	97
6.2	Réparation et révision	97
6.2.1	Enveloppes	97
6.2.2	Presse-étoupe	97
6.2.3	Bornes de raccordement.....	97
6.2.4	Connexions soudées	98
6.2.5	Fusibles.....	98
6.2.6	Relais.....	99
6.2.7	Barrières de sécurité à diodes et isolateurs galvanique	99
6.2.8	Circuits imprimés.....	99
6.2.9	Optocoupleurs et composants piézoélectriques	99
6.2.10	Composants électriques	99
6.2.11	Batteries.....	100
6.2.12	Câblage interne	100
6.2.13	Transformateurs	100
6.2.14	Composants encapsulés.....	100
6.2.15	Parties non électriques	100
6.2.16	Essais	101
6.3	Remise en état.....	101
6.4	Modifications	101
7	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "p" (surpression interne)	101
7.1	Application	101
7.2	Réparation et révision	101
7.2.1	Enveloppes	101
7.2.2	Entrées de câbles et de conduits	102
7.2.3	Bornes de raccordement.....	102
7.2.4	Isolation	102
7.2.5	Connexions internes	102
7.2.6	Enroulements	102
7.2.7	Dispositifs auxiliaires.....	104
7.2.8	Parties transparentes ou translucides	104
7.2.9	Parties encapsulées	104
7.2.10	Batteries.....	104
7.2.11	Lampes	105
7.2.12	Douilles	105
7.2.13	Ballasts	105
7.3	Remise en état	105
7.3.1	Généralités.....	105
7.3.2	Enveloppes	105
7.3.3	Arbres et logements	105
7.3.4	Paliers lisses	106

7.3.5	Rotors et stators	106
7.4	Transformations et modifications	106
7.4.1	Enveloppes	106
7.4.2	Entrées de câbles et de conduits	106
7.4.3	Bornes de raccordement.....	106
7.4.4	Enroulements	106
7.4.5	Appareil auxiliaire	107
8	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "e" (sécurité augmentée)	107
8.1	Application	107
8.2	Réparation et révision	107
8.2.1	Enveloppes	107
8.2.2	Entrées de câbles et de conduits	107
8.2.3	Bornes de raccordement.....	107
8.2.4	Isolation	108
8.2.5	Connexions internes	108
8.2.6	Enroulements	108
8.2.7	Parties transparentes ou translucides	112
8.2.8	Parties encapsulées	112
8.2.9	Batteries.....	112
8.2.10	Lampes	112
8.2.11	Douilles	112
8.2.12	Ballasts	112
8.2.13	Dispositifs de respiration	112
8.3	Remise en état	112
8.3.1	Enveloppes	113
8.3.2	Paliers lisses	113
8.3.3	Rotors et stators	113
8.4	Modifications	113
8.4.1	Enveloppes	113
8.4.2	Entrées de câbles et de conduits	114
8.4.3	Bornes de raccordement.....	114
8.4.4	Enroulements	114
8.4.5	Appareil auxiliaire	114
9	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "n"	114
9.1	Application	114
9.2	Réparation et révision	114
9.2.1	Enveloppes	114
9.2.2	Entrées de câbles et de conduits	115
9.2.3	Bornes de raccordement.....	115
9.2.4	Isolation	115
9.2.5	Connexions internes	115
9.2.6	Enroulements	115
9.2.7	Parties transparentes ou translucides	119
9.2.8	Parties encapsulées	119
9.2.9	Batteries.....	119
9.2.10	Lampes	119
9.2.11	Douilles	119

9.2.12	Ballasts	119
9.2.13	Dispositifs à coupure enfermée	120
9.2.14	Dispositifs de respiration	120
9.3	Remise en état	120
9.3.1	Généralités	120
9.3.2	Enveloppes	120
9.3.3	Jointes	120
9.3.4	Arbres et logements	120
9.3.5	Paliers lisses	120
9.3.6	Rotors et stators	120
9.4	Transformations et modifications	121
9.4.1	Enveloppes	121
9.4.2	Entrées de câbles et de conduits	121
9.4.3	Bornes de raccordement	121
9.4.4	Enroulements	121
9.4.5	Appareil auxiliaire	121
10	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision d'un appareil conformément à l'IEC 60079-26	121
11	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection Groupe III "t" (précédemment connu sous l'appellation "tD" ou DIP)	122
11.1	Application	122
11.2	Réparation et révision	122
11.2.1	Enveloppes	122
11.2.2	Entrées de câbles et de conduits	123
11.2.3	Bornes de raccordement	123
11.2.4	Isolation	123
11.2.5	Connexions internes	123
11.2.6	Enroulements	123
11.2.7	Parties transparentes ou translucides	125
11.2.8	Batteries	125
11.2.9	Lampes	126
11.2.10	Douilles	126
11.2.11	Ballasts	126
11.2.12	Dispositifs de respiration	126
11.3	Remise en état	126
11.3.1	Enveloppes	126
11.3.2	Jointes	126
11.3.3	Arbres et logements	127
11.3.4	Paliers lisses	127
11.3.5	Rotors et stators	127
11.4	Transformations et modifications	127
11.4.1	Enveloppes	127
11.4.2	Entrées de câbles et de conduits	127
11.4.3	Enroulements	127
11.4.4	Appareil auxiliaire	127
12	Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "pD"	128
12.1	Application	128

12.2 Réparation et révision	128
12.3 Remise en état	128
12.4 Modifications	128
Annexe A (normative) Identification de l'appareil réparé par un marquage	129
Annexe B (normative) Connaissances, compétences et autorités des "personnes responsables" et des "opérateurs"	131
Annexe C (normative) Exigences pour les mesures des appareils antidéflagrants pendant la révision, la réparation et la remise en état (y compris un guide sur les tolérances).....	133
Annexe D (informative)	136
Bibliographie.....	137
Figure C.1 – Détermination de l'interstice maximal des parties remises en état.....	135
Tableau C.1 – Détermination de l'interstice maximal des parties remises en état.....	134

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 19: Réparation, révision et remise en état de l'appareil

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(s) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60079-19 porte le numéro d'édition 3.1. Elle comprend la troisième édition (2010-11) [documents 31J/180/FDIS et 31J/192/RVD], et son amendement 1 (2015-03) [documents 31J/249/FDIS et 31J/250/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions étant barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60079-19 a été établie par le sous-comité 31J: Classification des emplacements dangereux et règles d'installation, du comité d'études 31: Appareils pour atmosphères explosives.

Les modifications techniques importantes par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- inclusion des exigences spécifiques du Groupe ; I
- inclusion des exigences "offshore".

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60079, présentée sous le titre général *Atmosphères explosives*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

Lorsqu'un appareil est installé dans un emplacement où une concentration et une quantité dangereuses de gaz, de vapeurs, de brouillards ou de poussières inflammables peuvent exister dans l'atmosphère, des mesures de protection sont à appliquer afin de réduire la probabilité d'une explosion due à l'inflammation par des arcs, étincelles ou surfaces chaudes, produits soit en service normal, soit dans des conditions de défauts spécifiées.

La présente partie de l'IEC 60079 est un complément aux autres normes IEC, par exemple, la série IEC 60364 en ce qui concerne les exigences d'installation, et se réfère de même à la série IEC 60079 et à ses parties concernées pour les exigences de conception de l'appareil électrique adapté.

L'Article 4 de la présente partie de l'IEC 60079 contient des exigences générales pour la réparation et la révision de l'appareil et il convient de le lire en même temps que les autres articles de la présente norme, donnant des exigences détaillées pour chaque mode de protection.

Lorsque l'appareil protégé comprend plusieurs modes de protection, il convient de se référer aux articles concernés.

La présente partie donne non seulement un guide sur les moyens pratiques de maintenir les exigences de sécurité électrique et les performances de l'appareil réparé, mais aussi définit les procédés pour garantir après réparation, révision et remise en état, la conformité de l'appareil avec les dispositions du certificat de conformité ou avec les dispositions de la norme appropriée pour la protection contre l'explosion, si le certificat n'est pas disponible.

La nature de la protection contre l'explosion offerte, par chaque mode de protection, varie suivant ses propres caractéristiques. Il convient de faire référence à la norme ou aux normes appropriées pour les détails.

Les utilisateurs emploieront les moyens de réparation les mieux adaptés à tout élément particulier de l'appareil, qui peuvent être soit les moyens des constructeurs, soit ceux d'un réparateur dont la compétence et l'équipement conviennent (voir Note).

La présente partie reconnaît la nécessité d'exiger un niveau de compétence pour la réparation, la révision et la remise en état de l'appareil. Certains constructeurs peuvent recommander que l'appareil soit réparé uniquement par eux.

Dans le cas de réparation, de révision ou de remise en état des appareils qui ont été l'objet d'une certification de conception, il peut être nécessaire de clarifier la position du maintien de la conformité de l'appareil vis-à-vis du certificat.

NOTE Bien que certains constructeurs recommandent que certains appareils leur soient retournés pour réparation ou remise en état, il y a aussi des organismes de réparation indépendants compétents qui ont les moyens d'effectuer ces travaux de réparation sur des appareils utilisant certains ou tous les modes de protection couverts par la série IEC 60079. Afin que l'appareil réparé conserve l'intégrité du ou des modes de protection utilisés pour sa conception et sa construction, une connaissance détaillée de la conception originale du constructeur (qui ne peut être obtenue qu'à partir des dessins de conception et de fabrication) et tout document du certificat peuvent être nécessaires. Dans le cas où l'appareil ne serait pas retourné au constructeur d'origine pour réparation ou remise en état, il conviendrait de considérer l'utilisation d'organismes de réparation recommandés par le constructeur d'origine.

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 19: Réparation, révision et remise en état de l'appareil

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60079

- donne des instructions, principalement de nature technique, pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification de l'appareil conçu pour être utilisé en atmosphères explosives;
- n'est pas applicable à l'entretien, sauf lorsque la réparation et la révision ne peuvent être dissociées de l'entretien, pas plus qu'elle ne donne des conseils sur les systèmes d'entrées de câbles qui peuvent exiger un renouvellement quand l'appareil est réinstallé;
- n'est pas applicable au type de protection « m », « o » et « q »;
- suppose que les bonnes règles de l'art sont adoptées d'un bout à l'autre.

NOTE Une grande partie du contenu de la présente norme concerne la réparation et la révision des machines électriques. Ce n'est pas parce qu'elles sont les éléments les plus importants des appareils protégés contre l'explosion, mais plutôt parce qu'elles sont des éléments essentiels des gros appareils à réparer, pour lesquels, quel que soit le mode de protection mis en œuvre, il existe suffisamment de règles de construction communes pour permettre des instructions détaillées pour leur réparation, leur révision, leur remise en état ou leur modification.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60079 (toutes les parties), *Atmosphères explosives*

IEC 60079-0, *Atmosphères explosives – Partie 0: Appareil – Exigences générales*

IEC 60079-1, *Atmosphères explosives – Partie 1: Protection de l'appareil par enveloppes antidéflagrantes "d"*

IEC 60079-2, *Atmosphères explosives – Partie 2: Protection de l'appareil par enveloppe à surpression interne "p"*

IEC 60079-7, *Atmosphères explosives – Partie 7: Protection de l'équipement par sécurité augmentée "e"*

IEC 60079-7:1990, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Septième partie: Sécurité augmentée "e"*

IEC 60079-7:2001, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 7: Sécurité augmentée "e"*

IEC 60079-14, *Atmosphères explosives – Partie 14: Conception, sélection et construction des installations électriques*

IEC 60079-15:2005, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 15: Construction, essais et marquage des matériels électriques du mode de protection "n"*

IEC 60079-15:2010, *Atmosphères explosives – Partie 15: Protection de l'appareil par mode de protection "n"*

IEC 60079-19, *Atmosphères explosives – Partie 19: Réparation, révision et remise en état de l'appareil*

IEC 60079-26, *Atmosphères explosives – Partie 26: Appareil d'un niveau de protection de l'appareil (EPL) Ga*

IEC 60085, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 61241 (toutes les parties), *Appareils électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles*

IEC 61241-0, *Appareils électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles – Partie 0: Exigences générales*

IEC 61241-4, *Appareils électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 4: Type de protection "pD"*

ISO 4526, *Revêtements métalliques – Dépôts électrolytiques de nickel pour usages industriels*

ISO 6158, *Revêtements métalliques – Dépôts électrolytiques de chrome pour usages industriels*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60079-0 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE D'autres définitions applicables aux atmosphères explosives peuvent être trouvées dans l'IEC 60050-426.

3.1

condition de bon fonctionnement

condition qui permet le remplacement d'un élément ou l'utilisation d'un composant remis en état sans altérer les caractéristiques de fonctionnement ou les aspects relatifs à la protection contre l'explosion de l'appareil dans lequel un tel composant est utilisé, particulièrement en ce qui concerne les exigences des documents du certificat applicables

3.2

réparation

action de remettre un appareil défectueux en condition de bon fonctionnement total, tout en satisfaisant à la norme correspondante

NOTE L'expression "norme correspondante" signifie la norme selon laquelle l'appareil a été conçu à l'origine.

3.3

révision

action de remettre en condition de bon fonctionnement total un appareil qui a été utilisé ou stocké pendant un certain temps mais qui n'est pas défectueux

3.4

entretien

actions courantes effectuées pour conserver les conditions de bon fonctionnement total de l'appareil installé (voir Article 1)

3.5

composant

pièce non divisible

NOTE L'assemblage de telles pièces peut constituer un appareil.

3.6

remise en état

moyen d'effectuer une réparation comprenant par exemple le retrait ou l'adjonction de matériau pour remettre en état des composants qui ont subi des dommages afin que de telles parties soient remises en condition de bon fonctionnement total conformément à la norme correspondante

NOTE L'expression "norme correspondante" signifie la norme selon laquelle l'appareil a été fabriqué à l'origine.

3.7

modification

changement par rapport à la conception de l'appareil qui affecte le matériau, la disposition, la forme ou la fonction

NOTE Comme le certificat décrit une construction spécifique de l'appareil une modification de ce dernier conduirait à ce qu'il ne soit plus conforme à la construction décrite dans les documents du certificat.

3.8

constructeur

fabricant de l'appareil (qui peut aussi être le fournisseur, l'importateur ou un mandataire) au nom duquel généralement le certificat éventuel de l'appareil a été enregistré

3.9

transformation

changement apporté à un produit conduisant à une construction alternative décrite dans les documents du certificat

3.10

utilisateur

utilisateur de l'appareil

3.11

atelier de réparation

atelier procurant un service qui consiste en des réparations, des révisions, des remises en état de l'appareil protégé contre l'explosion, qui peut être le constructeur, l'utilisateur ou une tierce partie (atelier de réparation)

3.12

certificat

document qui garantit la conformité d'un produit, d'un processus, d'un système, d'une personne ou d'une organisation aux exigences spécifiées

NOTE Le certificat peut être la déclaration de conformité du fournisseur, ou la reconnaissance de conformité ou la certification de l'acheteur (du fait de l'intervention d'un tiers) comme cela est défini par ISO/IEC 17000.

3.13

références du certificat

numéro de référence du certificat peut se référer à une conception unique ou à une série d'appareils de conception similaire

3.14

symbole "X"

symbole utilisé pour indiquer des conditions particulières d'utilisation

NOTE Le symbole "X" est utilisé pour fournir un moyen d'identifier le fait que les informations essentielles pour l'installation, l'utilisation et l'entretien de l'appareil sont données dans le certificat. Par conséquent, il convient d'étudier les documents du certificat avant d'installer, de réparer, de réviser, de remettre en état, de transformer ou de modifier un tel appareil.

3.15

rebobinage conforme

procédé par lequel un bobinage est totalement ou partiellement remplacé par un autre dont les caractéristiques et les propriétés sont au moins aussi bonnes que celles de l'original

3.16

mode de protection "d"

enveloppe de protection dans laquelle les pièces qui peuvent enflammer une atmosphère explosive sont enfermées dans une enveloppe qui peut résister à la pression développée lors d'une explosion interne d'un mélange explosif et qui empêche la transmission de l'explosion à l'atmosphère explosive environnante de l'enveloppe

3.17

mode de protection "i"

mode de protection basée sur la restriction d'énergie électrique dans l'appareil et du câblage exposé potentiellement à une atmosphère gazeuse explosive à un niveau au-dessous de celui qui peut provoquer l'inflammation par étincelle ou par effet thermique

3.18

mode de protection "p"

technique permettant de se prémunir contre l'entrée d'une atmosphère externe dans une enveloppe en y maintenant un gaz de protection à une pression supérieure à celle de l'atmosphère externe

3.19

mode de protection "e"

mode de protection appliqué à un matériel électrique selon lequel des mesures complémentaires sont appliquées pour fournir une sécurité augmentée contre la possibilité de températures excessives et l'apparition d'arcs ou d'étincelles en service normal ou dans des conditions anormales spécifiées

3.20

mode de protection "n"

mode de protection appliqué à un appareil électrique de manière qu'en fonctionnement normal et dans certains événements habituels spécifiés auquel on peut s'attendre, il ne puisse enflammer l'atmosphère gazeuse explosive environnante

3.21

mode de protection "tD" ou Groupe III "t"

mode de protection dans lequel les parties pouvant enflammer une atmosphère explosive de poussières sont placées dans une enveloppe conçue pour exclure la pénétration de poussières et pour limiter la température de surface exposée à l'atmosphère explosive

3.22

mode de protection "pD"

technique d'appliquer un gaz protecteur dans une enceinte pour empêcher la formation d'une atmosphère de poussière explosive à l'intérieur de l'enceinte en maintenant une surpression contre l'atmosphère environnante

4 Généralités

4.1 Principes généraux

Le présent Article couvre les aspects de la réparation, de la révision, de la remise en état, de la transformation et de la modification qui sont communs à tous les appareils protégés contre l'explosion. Les articles suivants donnent les instructions relatives aux exigences complémentaires correspondantes aux modes de protection spécifiques. Lorsqu'un appareil comprend plusieurs modes de protection, on doit de se référer aux articles concernés.

NOTE 1 Aucune exigence complémentaire n'a été définie pour les modes de protection "m", "o" et "q".

Dans l'hypothèse de réparations et de révisions effectuées selon les règles de l'art, alors ces réparations et révisions impactant le mode de protection sont présumées conformes avec le certificat dès lors que les éléments du fabricant ou des parties indiquées dans 4.4.1 sont utilisés et que, les réparations ou les transformations sont effectués spécifiquement comme détaillé dans cette norme, la documentation de certificat sous 4.4.1.5 et lorsqu'ils sont exécutés par des personnes compétentes comme prévu dans 4.4.1.3.

Dans des circonstances où les documents appropriés, conformes au 4.4.1.5.1, ne sont pas disponibles, la réparation ou la révision doit alors être effectuée sur l'appareil conformément à la présente Norme et/ou à d'autres normes correspondantes. Les étapes suivies pour obtenir les documents appropriés doivent être enregistrées dans les documents de l'atelier de réparation (voir 4.4.1.5.3).

Si l'appareil été modifié, il doit satisfaire aux exigences du 4.4.3 requérant un nouveau certificat pour être préparé, sinon l'appareil ne convient plus à une utilisation dans une zone dangereuse.

NOTE 2 Dans certains pays, les exigences légales ne permettent pas la réparation sans les documents appropriés aux appareils du Groupe I, sauf s'ils sont soumis à de nouveaux essais complets, avec émission d'un nouveau certificat.

Si d'autres réparations ou transformations techniques sont effectuées, non conformes à la présente Norme, il sera alors nécessaire de s'assurer auprès des constructeurs et/ou de l'autorité chargée de la certification, que l'appareil peut continuer à être utilisé en atmosphère explosive.

NOTE 3 Il convient que la réparation d'un appareil ne possédant pas de plaque de marquage soit évitée.

4.2 Exigences réglementaires concernant l'atelier de réparation

L'atelier de réparation, qui peut être le constructeur, l'utilisateur ou un tiers effectuant les réparations, doit connaître toutes les exigences spécifiques de la législation nationale en vigueur pouvant s'appliquer à la réparation et la révision.

4.3 Instructions pour l'utilisateur

4.3.1 Certificats et documents

Il convient que le certificat et les autres documents s'y rapportant (voir 4.4.1.5) aient été obtenus en tant qu'éléments du contrat d'achat initial.

4.3.2 Enregistrements et instructions de travail

Il convient que les documents appropriés (4.3.1), avec les enregistrements de toutes réparations, révisions, transformations ou modifications, soient conservés par l'utilisateur et tenus à la disposition du réparateur.

NOTE 1 Les documents et les enregistrements sont normalement conservés dans le dossier de contrôle des utilisateurs pendant la vie de l'appareil.

NOTE 2 Il sera de l'intérêt de l'utilisateur que le réparateur soit averti, chaque fois que c'est possible, du défaut et/ou de la nature du travail à faire et de toute information relative à une application particulière, par exemple, un moteur alimenté par un convertisseur.

Les exigences particulières notées dans les spécifications de l'utilisateur et qui s'ajoutent aux différentes normes, par exemple une protection renforcée contre la pénétration, des conditions environnementales particulières, etc., doivent être portées à l'attention du réparateur.

4.3.3 Réinstallation de l'appareil réparé

La réinstallation de l'appareil réparé est conforme à l'IEC 60079-14.

NOTE Avant que l'appareil réparé soit réemployé, il convient que les entrées de câbles ou de conduits soient vérifiées pour s'assurer qu'elles ne sont pas endommagées et qu'elles sont appropriées au mode de protection de l'appareil.

4.3.4 Ateliers de réparation

Il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer que l'atelier de réparation concerné peut démontrer la conformité aux stipulations correspondantes de la présente Norme.

4.4 Instructions pour l'atelier de réparation

4.4.1 Réparation et révision

4.4.1.1 Généralités

Les ateliers de réparation doivent fonctionner sous un système de management de la qualité (SMQ).

NOTE La révision de l'appareil protégé contre l'explosion implique des techniques particulières. Il convient que le système de management de la qualité inclut des procédures documentées pour assurer que le travail est exécuté dans le cadre d'un programme qualité agréé de remise à neuf. Des informations supplémentaires sont données par l'ISO 9001.

L'atelier de réparation doit nommer une personne (personne responsable) ayant les compétences nécessaires (voir Annexe B) dans l'organisation de la gestion, pour prendre la responsabilité et avoir l'autorité d'assurer que l'appareil révisé/réparé est conforme à la certification, en accord avec l'utilisateur. La personne ainsi nommée doit avoir la connaissance professionnelle des normes sur la protection contre l'explosion appropriées et une compréhension de la présente Norme.

Il faut que l'atelier de réparation ait des installations de réparation et de révision suffisantes ainsi que l'équipement nécessaire, des opérateurs formés ayant les compétences nécessaires (voir Annexe B) et l'autorité pour pouvoir exercer les activités, en prenant en compte le mode de protection spécifique.

L'atelier de réparation doit mener une évaluation du statut de l'appareil à réparer, se mettre d'accord avec l'utilisateur sur le statut de certification attendu de l'appareil après réparation et le domaine d'application du travail à effectuer. Il convient que cela comprenne la justification relative à l'omission des essais mentionnés dans ce document, que l'utilisateur peut raisonnablement supposer inclus. L'évaluation doit être documentée et elle doit concerner les articles correspondants de la présente Norme et de la norme sur l'appareil en question et elle doit être incluse dans le rapport de travail à l'utilisateur. De telles évaluations doivent être menées par la personne responsable (avec l'aide des opérateurs appropriés). La personne responsable doit mener uniquement des évaluations en utilisant les techniques de protection contre l'explosion pour lesquelles elle a démontré sa compétence.

L'atelier de réparation doit inclure des procédures supplémentaires et des systèmes pour mener des travaux de révision/réparation sur des sites en dehors de l'atelier de réparation, le cas échéant.

4.4.1.2 Certificats et normes

L'attention du réparateur est attirée sur la nécessité de connaître les normes concernées de protection contre l'explosion et les certificats applicables à l'appareil qui doit être réparé ou révisé, incluant toute condition d'utilisation particulière, et de s'y conformer.

4.4.1.3 Compétence

Tout le personnel directement concerné par la réparation et/ou la révision de l'appareil doit être compétent ou dirigé par une personne compétente. Les compétences peuvent être spécifiques au type de travail.

Les évaluations de la formation et des compétences sont spécifiées à l'Annexe B.

Des formations appropriées et des évaluations doivent être entreprises à intervalles de temps dépendant de la fréquence d'utilisation de la technique ou de la qualification et des changements de normes ou de réglementation. L'intervalle de temps ne devrait pas dépasser, en principe, trois ans.

4.4.1.4 Réparation des composants

Lorsqu'un composant d'un appareil complet est prélevé sur le site pour réparation, tel qu'un rotor de machine tournante, et qu'il est impossible d'effectuer certains essais, le réparateur doit documenter les détails des réparations et les communiquer à l'utilisateur, avant de commencer la réparation.

NOTE Dans certains pays, des conséquences légales peuvent reposer sur l'évaluation de la possibilité d'exécuter ou non certaines actions ou essais.

4.4.1.5 Documents

4.4.1.5.1 Généralités

L'atelier de réparation doit chercher à obtenir de l'utilisateur ou du constructeur toutes les informations ou données nécessaires pour la réparation et/ou la révision de l'appareil. Celles-ci peuvent comprendre les informations relatives aux réparations, révisions ou modifications antérieures. L'atelier de réparation doit aussi disposer de la norme de protection contre l'explosion applicable et s'y référer.

NOTE Comme indiqué dans la quatrième édition de l'IEC 60079-0, il est exigé des constructeurs de préparer des instructions incluant la réparation.

Les données nécessaires pour la réparation et/ou la révision incluent généralement, mais de manière non limitative, les détails concernant:

- la spécification technique;
- les plans;
- le ou les modes de protection contre l'explosion;
- les conditions de fonctionnement (telles que l'environnement, l'alimentation (convertisseur), les lubrifiants, le service, etc.);
- les instructions de démontage et de remontage;
- les documents du certificat avec les limites de ce dernier (conditions spéciales d'utilisation), lorsque cela est spécifié;
- le marquage (y compris le marquage Ex);
- les méthodes recommandées pour l'installation/l'exploitation/l'entretien/la réparation/la révision de l'appareil;
- la liste des pièces détachées de remplacement;

- le résumé de l'historique précédent du produit réparé, comprenant les informations regroupées au 4.3.2;

Les informations peuvent être sujettes à des amendements.

L'atelier de réparation doit conserver des copies de toutes normes relatives à la protection contre l'explosion auxquelles l'appareil réparé/révisé est déclaré être conforme.

4.4.1.5.2 Rapport de travail destiné à l'utilisateur

A la fin du travail, des rapports de travail doivent être soumis à l'utilisateur (voir 4.3.2) pour être inclus dans le dossier de contrôle des utilisateurs, comprenant, au moins, les éléments suivants:

- le détail des défauts détectés;
- tous les détails du travail de réparation et de révision;
- la liste des parties remplacées ou remises en état;
- les résultats de toutes épreuves ou essais (suffisamment détaillés pour être utiles au prochain utilisateur, s'il les réclame, voir 4.3.2);
- une comparaison des résultats vis-à-vis des critères utilisés pour déterminer la conformité;
- une copie du contrat de l'utilisateur ou de la commande;
- une récapitulation du marquage appliqué, conformément à l'Annexe A.

Les rapports de travaux de réparations/révisions doivent être conservés pendant la durée déterminée en accord avec l'utilisateur. Les informations conservées doivent être contrôlées de façon adéquate pour assurer une restitution correcte.

Pour des réparations entreprises sans les documents conformes au 4.4.1.5.1, les informations suivantes doivent être introduites dans le rapport de réparation:

- un énoncé indiquant que la réparation est conforme aux instructions du constructeur ou aux exigences de la norme Ex applicable au type particulier de protection en fonction duquel l'appareil a été fabriqué à l'origine;
- un énoncé indiquant que le réparateur n'a pas de preuve suffisante de l'entière conformité avec les documents du certificat;
- un énoncé indiquant que toutes les conditions particulières d'utilisation n'ont pas été identifiées ou n'ont pas été considérées lors de la réparation ou de la révision.

4.4.1.5.3 Enregistrements de l'atelier de réparation

Les enregistrements suivants doivent être conservés par l'atelier de réparation:

- copies actuelles et passées des normes techniques correspondantes en ajoutant les normes de protection des explosions;
- certification des normes de qualité de l'atelier comprenant ce qui suit:
 - les détails du schéma d'assurance qualité des licences (en cas de détention d'une licence);
 - l'étalonnage des instruments d'essai;
 - les enregistrements des compétences et de la formation du personnel;
 - le système de contrôle des achats;
 - le système de gestion des réclamations des clients;
 - les documents d'audit interne et si nécessaire externe;
 - la revue de management;

- les procédures de commande de processus;
- le registre des plans du constructeur;
- enregistrements des travaux comprenant:
 - les étapes suivies pour obtenir les documents du certificat;
 - les enregistrements des contrôles mécaniques en conformité avec les normes correspondantes;
 - l'identification des défauts;
 - les enregistrements d'essai électrique avant et après réparation comprenant la traçabilité des instruments utilisés et les critères de succès/défaillance);
 - l'attestation de conformité pour le remplacement des composants;
 - la procédure de réemploi pour les composants réparés;
 - l'enregistrement de toute évaluation par la personne responsable avec la justification des décisions prises;
 - l'enregistrement des contrôles mécaniques pendant l'assemblage et après;
 - l'enregistrement du travail entrepris par l'atelier de réparation;
 - l'enregistrement de toute pièce de remplacement fabriquée par le réparateur.

L'enregistrement de la remise en état des composants réparés (4.4.2.2.2) doit, au moins, identifier les points suivants:

- a) l'identification du composant;
- b) le nom de l'organisme ayant effectué la remise en état;
- c) une justification détaillée du travail effectué;
- d) les différentes options considérées (par exemple, soudage, métallisation);
- e) les paramètres techniques, par exemple force de connexion;
- f) les raisons du choix de la technique retenue;
- g) les consommables utilisés et la méthode de stockage;
- h) le matériau de base;
- i) processus de remise en état considéré dans les instructions du constructeur;
- j) la procédure utilisée;
- k) l'identité et la compétence de l'opérateur;
- l) la procédure de contrôle utilisée, par exemple ultrasonique, par pénétration de colorant, rayons X;
- m) l'entretien et les détails d'étalonnage des systèmes automatiques;
- n) le détail des dimensions qui diffèrent de celles données dans les documents du certificat concernés ou des dimensions d'origine du composant;
- o) les dessins montrant les détails de la remise en état comprenant l'appareil retiré et remplacé;
- p) la date de la remise en état.

Ces enregistrements doivent être conservés pendant au moins dix ans ou selon accord avec l'utilisateur.

4.4.1.6 Pièces de rechange

4.4.1.6.1 Généralités

Il est préférable d'obtenir les nouvelles pièces chez le constructeur et le réparateur doit s'assurer que seules des pièces de rechange appropriées sont utilisées dans la réparation ou révision de l'appareil certifié. Selon la nature de l'appareil, ces pièces de rechange peuvent

être définies par le constructeur, par la norme de l'appareil ou par les documents du certificat s'y rattachant.

Le réparateur peut fabriquer des composants de rechange dans le cas où ceux-ci ne pourraient pas être fournis par le constructeur d'origine, si la spécification complète du composant est disponible et si le schéma d'assurance qualité du réparateur le permet. Les enregistrements de ce remplacement doivent être conservés et fournis à l'utilisateur.

4.4.1.6.2 Fermetures

Lorsque des boulons de remplacement sont utilisés, ils doivent être du même type, du même diamètre, du même pas et de même longueur, et au moins de la même résistance à la traction que ce qui est spécifié pour l'appareil d'origine.

Les rondelles, lisses ou crantées, ne seront pas placées sous des têtes de boulon, des têtes de vis ou des écrous à moins qu'ils ne soient spécifiés dans la documentation du certificat original ou dans le type de protection normal dans lequel l'équipement a été fabriqué.

4.4.1.6.3 Parties scellées

Les parties, dont la spécification de l'appareil et les documents du certificat exigent le scellement, ne doivent être remplacées que par des pièces de rechange spécifiques détaillées dans la liste des pièces.

NOTE Les dispositifs incorporés dans un appareil pour signaler l'intervention d'une tierce personne (par exemple scellements de sécurité) distincts de ceux exigés dans les documents du certificat n'entrent pas dans le domaine d'application de ce paragraphe.

4.4.1.7 Identification d'un appareil réparé

L'appareil doit être marqué pour identifier la réparation ou la révision et le nom du réparateur. Le marquage pour l'appareil réparé est donné à l'Annexe A.

Le marquage de l'appareil réparé peut être prévu sur une plaque séparée. Il peut être nécessaire de modifier, supprimer ou compléter le marquage comme suit.

- a) Si après réparation, révision, ou transformation, l'appareil est encore conforme aux restrictions imposées par la présente Norme et aux normes relatives au mode de protection suivant lesquelles l'appareil a été fabriqué, mais non nécessairement conforme aux documents du certificat, il convient généralement que le marquage ne soit pas retiré, et le symbole de réparation "R" doit être représenté dans un triangle inversé (voir l'Annexe A).
- b) Si, après réparation, révision, transformation ou modification, l'appareil a été modifié de telle sorte qu'il n'est plus conforme aux normes relatives aux modes de protection et aux documents du certificat, le marquage "Ex" et la marque de l'émetteur du certificat doivent être retirés de la plaque de certification, à moins qu'un certificat complémentaire n'ait été obtenu.
- c) Lorsque les normes correspondant à la fabrication de l'appareil certifié précédemment ne sont pas connues, les exigences de la présente Norme et l'édition courante des normes relatives au mode de protection concerné doivent s'appliquer. Une évaluation par une personne compétente dans le domaine des appareils protégés contre l'explosion doit être réalisée pour vérifier la conformité avec le niveau de sécurité correspondant avant que l'appareil ne sorte de l'atelier de réparation.

4.4.2 Remise en état

4.4.2.1 Généralités

Lorsque le processus de réparation implique une remise en état, les exigences du 4.4.1 s'appliquent, en plus des exigences du 4.4.2, pour les réparations et révisions.

4.4.2.2 Exclusions

Certains composants sont considérés comme ne pouvant pas être remis en état et sont donc exclus du domaine d'application de la présente Norme, par exemple:

- les composants constitués des matériaux suivants: verre, plastique ou tous matériaux qui ne sont pas dimensionnellement stables;
- les fermetures;
- les composants, par exemple les assemblages encapsulés, qui ont été signalés par le constructeur comme ne pouvant pas être réparés.

4.4.2.2.1 Exigences

4.4.2.2.2 Généralités

Toute remise en état doit être effectuée par un personnel formé, expert dans le procédé employé, respectant les règles de l'art (voir l'Annexe B). Si un quelconque procédé breveté est utilisé, il convient que les instructions de l'inventeur d'un tel procédé soient suivies.

Toute remise en état doit être documentée conformément au 4.4.1.5.3.

Si une remise en état est effectuée par une autre personne que l'utilisateur, celui-ci doit être en possession d'une copie de l'enregistrement.

4.4.2.2.3 Responsabilités

Si des remises en état sont sous-traitées par l'atelier de réparation auprès d'un industriel spécialisé, elles doivent l'être sous la responsabilité de l'atelier de réparation.

4.4.2.2.4 Procédés de remise en état

4.4.2.2.5 Généralités

Ce qui suit souligne certains procédés de remise en état qui peuvent être utilisés pour l'appareil protégé contre l'explosion.

Il convient de noter que les procédés ne sont pas tous applicables à tous les modes de protection. Des instructions détaillées sont données dans les articles concernés de la présente Norme.

Les retraits de métal doivent être minimisés et être juste suffisants pour éliminer les défauts nécessitant une réparation et donner l'épaisseur du revêtement minimale recommandée pour la technique utilisée.

NOTE 1 D'après les guides de l'industrie, le retrait jusqu'à 2 % de l'épaisseur du métal ou 0,5 mm, en considérant la valeur la plus élevée, pour la métallisation et jusqu'à 20 % pour la soudure, n'affectera pas significativement la résistance du composant.

NOTE 2 Il convient que le retrait d'une plus grande épaisseur du matériau ne soit effectué qu'après avoir dûment consulté le constructeur ou qu'elle soit déterminée par le calcul quand le constructeur n'existe plus.

Le réparateur doit s'assurer, à l'issue de la remise en état, que l'appareil est totalement en condition de bon fonctionnement et qu'il est conforme aux normes applicables au mode de protection. Cette conformité doit être enregistrée par l'atelier de réparation et conservée dans les dossiers de travail.

4.4.2.2.6 Métallisation

Cette méthode ne doit être utilisée que si l'étendue de l'usure ou du dommage, en plus de l'usinage nécessaire pour préparer le composant pour la remise en état, n'a pas affaibli celui-ci en dessous des limites de sécurité. Une métallisation, bien qu'elle augmente quelque peu

la rigidité, ne doit pas être prise en compte dans l'appréciation de la résistance. En effet, l'usinage avant l'application du métal d'apport peut introduire une tension qui pourra affaiblir encore le composant.

NOTE La métallisation n'est pas recommandée dans les cas où la vitesse tangentielle dépasse 90 m/s.

4.4.2.2.7 Dépôt électrolytique

Le dépôt électrolytique est un procédé acceptable pourvu que l'élément ne soit pas affaibli en dessous des limites de sécurité. Les procédés détaillés pour le chrome et le nickel sont donnés respectivement dans l'ISO 6158 et l'ISO 4526.

4.4.2.2.8 Chemisage

Cette méthode ne doit être utilisée que si l'usure ou le dommage, en plus de l'usinage nécessaire pour préparer l'élément pour la remise en état, n'affaiblissent pas celui-ci en dessous des limites de sécurité. Il convient qu'une chemise, bien qu'elle augmente quelque peu la rigidité, ne soit pas prise en compte dans l'appréciation de la résistance.

4.4.2.2.9 Brasage et soudage

La remise en état par brasage ou soudage ne doit être considérée que si la technique employée assure la fusion et la pénétration correctes de la brasure ou de la soudure dans le métal de base, avec comme résultat un renforcement suffisant, une prévention des déformations, une diminution des tensions et une absence de boursouflures. Il convient de savoir que le brasage et le soudage portent la température du composant à un niveau élevé et peuvent provoquer la propagation des fissures de fatigue.

Les techniques suivantes de soudage sont reconnues par la présente norme:

- MMA: Soudage manuel avec électrode de métal (*Manual metal arc*)
- MIG: Soudage avec électrode de métal sous gaz inerte (*Metal inert gas*)
- TIG: Soudage avec électrode de tungstène sous gaz inerte (*Tungsten inert gas*)
- Soudage à l'arc: Submergé avec électrode de métal avec couche de flux
- Fil chaud

D'autres techniques doivent être utilisées dans les remises en état après une consultation en bonne et due forme avec le constructeur ou, le cas échéant, avec l'autorité de certification.

4.4.2.2.10 Suture métallique

La remise en état à froid d'une cassure sur pièce moulée par la technique de fermeture de la cassure avec des points de suture en alliage au nickel et un scellement de la fissure par des alliages de nickel peut être admissible pour une épaisseur convenable de la pièce moulée.

4.4.2.2.11 Trous taraudés des fermetures

Les taraudages qui ont été endommagés au-delà de l'acceptable peuvent être remis en état, en fonction du mode de protection, par les moyens suivants:

- par un perçage plus grand et un retaraudage;
- par un perçage plus grand, un retaraudage et la mise en place d'un insert approprié qui satisfera à l'essai de traction comme spécifié par le constructeur de l'insert fileté;
- par un perçage plus grand, un bouchon¹, un reperçage et un retaraudage;
- par un bouchon¹, un reperçage et un taraudage à d'autres endroits;

¹ Les bouchons doivent être fermement fixés.

- par un bouchon soudé, un reperçage et un taraudage.

4.4.2.2.12 Réusinage

Le réusinage des surfaces usées ou endommagées ne doit être considéré que si:

- le composant n'est pas affaibli au-delà des limites de sécurité;
- l'intégrité de l'enveloppe est conservée;
- l'état de surface exigé est réalisé.

4.4.3 Transformations et modifications

4.4.3.1 Transformations

Lorsque le processus de réparation implique une transformation, les exigences du 4.4.1 s'appliquent, en plus des exigences du 4.4.3, pour les réparations et révisions.

Aucune transformation ne doit être effectuée sur un appareil, sauf si celle-ci est permise dans les documents du Certificat. Si les documents du certificat ne sont pas à la disposition du réparateur, la transformation proposée est confirmée par écrit par le constructeur pour être considérée comme autorisée par le certificat. Les articles suivants de la présente Norme donnent des instructions détaillées concernant les transformations dans le cadre des différents modes de protection.

4.4.3.2 Modifications

L'utilisateur doit être informé par écrit et ses instructions écrites doivent être obtenues si une modification est proposée et qu'elle rend l'appareil non conforme aux documents du certificat. Si la modification est effectuée, l'appareil ne peut plus être utilisé en atmosphère explosive, sans une nouvelle évaluation. Si la réparation est effectuée, et que la nouvelle évaluation n'est pas réalisée, le marquage doit être retiré ou modifié de façon à indiquer clairement que l'appareil n'est pas conforme au certificat d'origine. En outre, le rapport à l'utilisateur doit clairement indiquer les caractéristiques technologiques de la modification et que l'appareil n'est pas approprié à une utilisation en atmosphère explosive, sans une nouvelle évaluation.

NOTE 1 "Le terme "évaluation" peut inclure la certification de l'appareil modifié par un tiers, mais ceci peut ne pas être pratiqué dans toutes les situations. Lorsque cela ne peut pas être pratiqué, des évaluations par des personnes compétentes peuvent être acceptées par l'utilisateur.

NOTE 2 Dans le cas où les marquages seraient retirés, il conviendrait de tout mettre en œuvre pour maintenir la traçabilité du produit en ayant consulté l'utilisateur.

4.4.4 Réparations temporaires

Une réparation temporaire ayant pour but de maintenir le fonctionnement de l'appareil pendant une courte durée ne doit être réalisée que si la conservation des aspects de protection contre l'explosion est assurée, ou que si d'autres mesures sont prises tant que l'appareil n'est pas complètement restauré. Certaines réparations temporaires peuvent, de ce fait, être interdites. Une réparation temporaire doit être transformée en une réparation complète sur la base des normes dès que cela est raisonnablement possible.

4.4.5 Parc de machines tournantes

4.4.5.1 Enlèvement des enroulements endommagés

Le procédé de ramollissement des vernis d'imprégnation des enroulements avec les solvants avant d'enlever les enroulements est acceptable.

L'autre procédé, qui consiste à chauffer pour faciliter l'enlèvement des enroulements, est acceptable pourvu que l'opération soit effectuée avec soin pour ne pas endommager l'isolation entre les tôles du circuit magnétique.

L'enlèvement des enroulements par chauffage sur un appareil doté d'un mode de protection "e", ainsi que, quelque soit le mode de protection, sur un appareil ayant une classe de température T6, T5 ou T4, nécessite des précautions particulières.

NOTE Il est recommandé de demander des conseils au constructeur concernant la construction du circuit magnétique et le matériau d'isolation entre les tôles, si cela est nécessaire.

L'application de flammes nues sur le circuit magnétique n'est pas acceptable parce qu'elle peut endommager l'isolation entre les tôles de celui-ci.

La nécessité de cette précaution particulière dans ces circonstances provient du fait qu'une augmentation des pertes dans la partie magnétique qui peut provenir d'une dégradation de l'isolation entre tôles, peut affecter de façon significative les paramètres de la sécurité "e" (durée t_E , etc.) ou donner un dépassement des classes de température.

Le réparateur doit s'assurer, comme dans tous les procédés de remise en état, qu'à l'issue de celle-ci, l'appareil répond pleinement aux conditions de bon fonctionnement et aux normes relatives à la protection contre l'explosion le concernant (voir aussi 4.4.2.2.4).

4.4.5.2 Exigences complémentaires

Avant de remettre une machine tournante rebobinée ou réparée à l'utilisateur, l'atelier de réparation doit s'assurer que les orifices du capot du ventilateur ne sont pas obturés ou endommagés au point de diminuer le passage de l'air de refroidissement sur la machine, et que, le cas échéant, les jeux du ventilateur sont conformes aux exigences des normes applicables au appareil. Si un ventilateur ou son capot est endommagé au point de nécessiter un remplacement, la pièce de remplacement doit être obtenue du constructeur. Si elle n'est pas disponible, elle doit être aux mêmes dimensions et d'une qualité au moins égale à celle des pièces d'origine. Il doit être tenu compte, le cas échéant, des exigences de la norme de l'appareil pour éviter des étincelles de friction et des charges électrostatiques, ainsi que de l'environnement chimique dans lequel la machine est utilisée.

4.4.5.3 Lubrifiants et inhibiteurs de corrosion

Si des lubrifiants spéciaux sont requis, il convient que les réparateurs "tierce-partie", ayant été invités à travailler sur une machine tournante, en soient informés par l'utilisateur. On attire l'attention sur le choix adéquat et l'application correcte des lubrifiants et des inhibiteurs de corrosion, par exemple:

- aucune migration dans des parties électriques non isolées ne doit se produire;
- la température d'inflammabilité du lubrifiant ou de l'inhibiteur de corrosion doit dépasser la classe de température de l'appareil sur lequel il doit être appliqué;
- l'environnement dans lequel l'appareil est utilisé doit être considéré;
- l'application ne doit pas favoriser la transmission de flamme ou annihiler le mode technique de protection.

4.4.6 Convertisseurs

On attire particulièrement l'attention sur la nécessité de prendre des précautions quand un convertisseur est associé à une machine tournante "Ex", afin de s'assurer que cela est fait uniquement si la combinaison prévue du convertisseur et de la machine tournante est spécifiée dans le certificat ou dans les documents du constructeur de la machine tournante.

Si une machine tournante est alimentée par un convertisseur, il convient que les réparateurs "tierce-partie", ayant été invités à travailler sur celle-ci, en soient informés par l'utilisateur.

5 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision d'appareils avec le mode de protection "d" (enveloppes antidéflagrantes)

5.1 Application

Le présent Article contient des exigences détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la transformation des appareils avec le mode de protection "d". Il convient de le lire conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives aux appareils auxquelles il convient de se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil Ex "d" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine (voir IEC 60079-1).

5.2 Réparation et révision

5.2.1 Enveloppes

5.2.1.1 Généralités

Il est préférable d'obtenir des pièces neuves du constructeur. On doit porter une attention particulière à l'assemblage correct des enveloppes antidéflagrantes après la réparation ou la révision pour que les joints antidéflagrants soient conformes aux exigences de la norme correspondante et, le cas échéant, aux documents du certificat. Si les joints antidéflagrants n'ont pas de garniture et si les documents du constructeur ne traitent pas de la protection des joints, sauf pour la protection contre la pénétration, alors seulement de la graisse ne faisant pas prise ou des agents anticorrosifs sans solvants d'évaporation doivent être utilisés ou d'autres méthodes de protection selon l'IEC 60079-14.

La corrosion ou la déformation des pièces doit être évaluée pour s'assurer que toutes les ouvertures d'origine ou les interstices de l'enveloppe n'ont pas dépassé les limites de finition des surfaces et les interstices des assemblages antidéflagrants.

Lorsque des garnitures, qui ne sont pas des éléments du passage de flamme, sont incorporées dans le joint antidéflagrant, on doit les remplacer par les mêmes matériaux et aux mêmes dimensions que l'original. On doit en référer au constructeur de l'appareil, à l'utilisateur ou à l'autorité chargée de la certification pour toute proposition de modification du matériau.

Le perçage de trous dans l'enveloppe est une modification et il ne doit être réalisé qu'en se référant aux plans certifiés du constructeur ou, dans des circonstances exceptionnelles (par exemple carence du constructeur), à l'autorité chargée de la certification.

NOTE On devrait faire attention aux modifications de la finition de surface, peinture, etc., parce qu'elles peuvent affecter la température de surface de l'enveloppe et, par conséquent, la classe de température.

5.2.1.2 Essai de surpression

Un essai de surpression doit être conduit dans le cas où des réparations structurales de l'enveloppe auraient eu lieu ou si l'intégrité de l'enveloppe est mise en doute.

L'essai doit être effectué sous 1,5 fois la pression de référence stipulée dans les documents du certificat et maintenue pendant au moins 10 s. Si la pression de référence n'est pas stipulée, les enveloppes du Groupe I sont à soumettre aux essais sous 1 000 kPa, celles des Groupes IIA et IIB sous 1 500 kPa et celles du Groupe IIC sous 2 000 kPa. Les critères d'acceptation/de refus doivent inclure l'évaluation des dommages structuraux, mesurés au centre géographique d'un panneau de l'enveloppe. Après l'essai de surpression, des surfaces en regard des assemblages antidéflagrants doivent être mesurées pour vérifier qu'il n'y a aucune déformation permanente.

Pour des enveloppes avec des joints antidéflagrants filetés, où la forme de filet ne peut pas être vérifiée, un essai de surpression doit être réalisé.

Dans le cas où des essais de surpression sont effectués sur des moteurs ou des enveloppes refroidis par eau, les essais doivent être faits avec la chemise d'eau sèche et ouverte sur l'atmosphère.

5.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées dans les enveloppes antidéflagrantes doivent être conformes, après réparation ou révision, aux conditions spécifiées dans la norme appropriée de l'appareil et/ou dans les documents du certificat, s'il y a eu certification.

5.2.3 Bornes de raccordement

Lors de la réfection des bornes on doit faire attention à maintenir les lignes de fuites et les distances dans l'air. Il convient d'obtenir du constructeur les pièces de remplacement de toute borne, traversée ou partie, sinon ces éléments doivent être conformes aux normes applicables à l'appareil et/ou aux documents du certificat, s'il y a eu certification.

5.2.4 Isolation

Une classe d'isolation identique ou supérieure à celle donnée à l'origine doit être utilisée. Par exemple, un enroulement isolé avec un matériau de classe B (130 °C) peut être réparé en utilisant un matériau de classe F (155 °C) (voir l'IEC 60085). Toutefois, dans cet exemple, l'élévation autorisée de la température du moteur demeure celle de la classe B (130 °C).

NOTE Le moteur exigera une nouvelle certification, si sa puissance est accrue.

5.2.5 Connexions internes

Il n'existe pas d'exigence particulière en ce qui concerne ce mode de protection, mais on doit utiliser pour la réparation des connexions internes répondant à une norme au moins équivalente à celle de la conception d'origine.

5.2.6 Enroulements

5.2.6.1 Généralités

Les spécifications d'origine des enroulements doivent être, de préférence, obtenues du constructeur. Lorsque cela n'est pas possible (c'est-à-dire, les spécifications d'origine ne sont pas disponibles de la part du constructeur), les techniques du rebobinage conforme peuvent être utilisées, incluant la détermination des raccordements des enroulements, la dimension des conducteurs, le nombre de tours, le pas de bobinage, la saillie des enroulements, et peut inclure une détermination de la résistance des bobinages d'origine. Les matériaux utilisés lors du rebobinage doivent correspondre à un système d'isolation approprié. Si une isolation supérieure à celle d'origine est proposée, on ne doit pas augmenter les caractéristiques assignées de l'enroulement sans avis du constructeur, sinon cela pourrait avoir une incidence défavorable sur la classe de température de l'appareil.

5.2.6.2 Réparation des rotors des machines tournantes

Un rotor à barres défectueux doit être remplacé par un rotor neuf produit par le constructeur d'origine ou réparé en utilisant des matériaux de spécification identique. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des barres du rotor à cage, un bon ancrage de ces barres dans les encoches. Il convient de mettre en œuvre la méthode d'ancrage utilisée par le constructeur.

Un rotor à cage moulé sous pression défectueux doit être remplacé par un rotor neuf, produit par le constructeur d'origine.

Si le constructeur d'origine ne peut plus fournir de rotor de remplacement, il est possible de réaliser un nouvel enroulement de rotor avec des caractéristiques identiques à l'original.

NOTE Des caractéristiques identiques impliquent des matériaux et des caractéristiques dimensionnelles de la bague de court-circuit et des dispositifs d'assistance à la ventilation.

Les dommages à la surface externe de la bague de court-circuit d'un rotor moulé sous pression, y compris les dispositifs d'assistance à la ventilation, peuvent être réparés.

5.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

5.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle, les enroulements doivent, de préférence après remontage de l'appareil, être soumis aux vérifications et essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Il convient que la résistance de l'enroulement de remplacement ne diffère pas de la résistance de l'enroulement d'origine de plus de 5 %. Dans le cas d'enroulements polyphasés, les résistances de chaque phase ou entre bornes doivent être équilibrées. Un déséquilibre (c'est-à-dire une différence entre les valeurs les plus hautes et les plus basses) doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Si la résistance de l'enroulement réparé diffère de plus de 5 % de celle de l'enroulement d'origine (obtenue à partir des données du constructeur d'origine, de la mesure d'un enroulement intact, ou déduite par le calcul de l'enroulement endommagé), des essais thermiques supplémentaires peuvent être requis afin de confirmer que la classe d'isolation et la classe de température annoncées sont toujours conformes.

NOTE 2 Au cas où la résistance de l'enroulement ne serait pas équilibrée, il conviendrait de faire vérifier par une personne compétente que ce moteur particulier convient bien à l'application prévue.

- b) Un essai de résistance d'isolement doit être fait en mesurant la résistance entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la terre. Une tension d'essai minimale de 500 V en courant continu est recommandée.

La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type de l'appareil et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.

NOTE 3 Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 M Ω à 20 °C, pour un appareil entièrement rebobiné, prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.

- c) Un essai diélectrique conforme à la norme applicable de l'appareil doit être réalisé entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rapportent.
- d) Le transformateur ou appareil analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. La valeur mesurée doit être comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; dans la mesure du raisonnable, elles doivent être équilibrées entre phases pour les installations polyphasées.
- e) L'appareil haute tension (par exemple, 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu), ainsi que l'appareil spécial, peuvent nécessiter des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE 4 Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

5.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La machine doit être mise en marche à la vitesse assignée et à la tension assignée pour vérifier la température des paliers, le bruit ou les vibrations et les valeurs de courant à vide. On doit rechercher et éliminer la cause de toute augmentation de température de palier préjudiciable, de tout bruit anormal et/ou vibration anormale. Le déséquilibre du courant à vide doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Lorsque la vitesse assignée est une plage de valeurs, il convient de faire l'essai à la vitesse la plus élevée possible de cette plage.

- b) Le rotor étant calé, on doit alimenter les enroulements statoriques des machines à cage sous une tension réduite, de manière à obtenir entre 75 % et 125 % du courant à pleine charge et de s'assurer de l'équilibre des phases. (Cet essai, qui est en quelque sorte une variante de l'essai à pleine charge, est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses connexions et à déceler des défauts rotoriques). Le déséquilibre doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 2 Dans le cas où cet essai ne serait pas raisonnablement réalisable, il conviendrait d'utiliser d'autres moyens de vérification.

- c) Les machines à haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ou sans cage, peuvent nécessiter une variante des essais, ou des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE 3 Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

5.2.6.4 Capteurs de température

5.2.6.4.1 Enroulements réparés

Si des capteurs de température enfouis ont été inclus pour surveiller les températures d'enroulement, il est recommandé que les éléments de remplacement aient les mêmes caractéristiques que les capteurs d'origine et qu'ils soient noyés dans l'enroulement réparé avant imprégnation et cuisson.

5.2.6.4.2 Révision

Il est recommandé de vérifier les capteurs de température et en cas de défectuosité de les remplacer à l'occasion de toute révision. Si le remplacement est exigé, les capteurs de température doivent être tels que spécifiés dans les documents préparés conformément à l'IEC 60079-0, et doivent être installés comme cela est stipulé dans ces documents. Le remplacement des capteurs de température enfouis défectueux lors d'une révision, exigés par les documents du certificat, nécessitera un rebobinage.

NOTE Si les documents ne sont pas disponibles ou si des capteurs de température identiques ne sont pas disponibles, il convient que la personne responsable évalue et documente l'acceptabilité du remplacement.

5.2.7 Appareil auxiliaire

5.2.7.1 Freins antidéflagrants

Si un frein antidéflagrant fixé à une machine tournante est également certifié et a besoin d'être réparé, il est recommandé qu'il soit retourné chez le constructeur avec la machine. Cette procédure est recommandée à cause des contraintes serrées de construction. Cependant, des réparations autres que celles faites par le constructeur sont possibles par les ateliers de réparation, à condition que ceux-ci soient en possession des plans et informations nécessaires du constructeur ou se réfèrent à la norme relative au mode de protection.

5.2.7.2 Autres dispositifs auxiliaires

Lorsque des dispositifs auxiliaires sont basés sur différents modes de protection, les articles correspondants de la présente Norme doivent être consultés avant toute réparation.

5.2.8 Parties transparentes ou translucides

Aucune tentative de recoller ou de réparer des parties transparentes ou translucides ne doit être faite, et seul le remplacement complet de l'ensemble, comme spécifié par le constructeur, doit être fait. Les parties transparentes ou translucides en matière plastique ne doivent pas être nettoyées avec des solvants. Les détergents de ménage sont recommandés à cet effet.

5.2.9 Parties encapsulées

Les parties encapsulées (par exemple des interrupteurs dans des luminaires) ne sont généralement pas considérées comme pouvant être réparées.

5.2.10 Batteries

Les indications du constructeur doivent être suivies lorsque des piles ou accumulateurs sont utilisés.

5.2.11 Lampes

Le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée.

NOTE Il convient que la position d'un éventuel réflecteur, ou la distance entre la lampe et la fenêtre, soit maintenue.

5.2.12 Douilles

Les éléments de remplacement listés par le constructeur doivent être utilisés, s'ils sont disponibles. Si ces éléments ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil aux normes relatives au mode ou aux modes de protection considérés.

5.2.13 Ballasts

Les inductances et les condensateurs ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur, s'ils sont disponibles. Si ces composants ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil ou des composants remplacés et aux type(s) de protection standard.

5.2.14 Dispositifs de respiration

Les dispositifs de respiration doivent être entretenus afin de maintenir les propriétés de protection contre l'explosion de l'enveloppe conformément aux documents. Si ces documents ne sont pas disponibles, les dispositifs de respiration ne doivent être remplacés que par les éléments énumérés dans les documents du certificat. Si les dispositifs de respiration comportent un certificat de composant "Ex", seule une pièce dûment certifiée et dimensionnée peut être utilisée.

5.3 Remise en état

5.3.1 Généralités

Les remises en état utilisant les techniques spécifiées en 4.4.2 peuvent être utilisées avec le mode de protection "d" sous réserve des restrictions suivantes du présent Article.

5.3.2 Enveloppes

5.3.2.1 Composants

Les composants d'enveloppes antidéflagrantes remis en état ne doivent être utilisés que s'ils satisfont à l'épreuve de surpression applicable, le cas échéant. Les sutures métalliques ne doivent pas être utilisées.

Les dommages aux composants, qui ne sont pas des parties intégrantes de l'enveloppe antidéflagrante, par exemple des pattes d'attache, peuvent être réparés par soudage ou suture métallique, mais en prenant des précautions pour s'assurer que l'intégrité et la stabilité

de l'appareil ne sont pas altérées. Il importe tout particulièrement de vérifier qu'aucune fissure, une fois réparée, ne s'étend à l'enveloppe antidéflagrante.

L'efficacité d'une remise en état ou d'une réparation par soudage peut par ailleurs être évaluée par des considérations relatives aux matériaux de base, par exemple aluminium ou acier. Si des doutes existent, le réparateur doit demander conseil, de préférence au constructeur, avant d'adopter cette technique. Le soudage d'enveloppe antidéflagrante en fonte n'est pas autorisé sans approbation d'un expert métallurgiste.

Dans le cas où un boulon à tête pyramidale ou ronde serait utilisé, la surface autour du trou doit être usinée localement pour s'assurer que l'axe perpendiculaire à la tête du boulon est normal à la surface, sauf indication contraire du constructeur.

5.3.2.2 Joints antidéflagrants

Les joints antidéflagrants endommagés ou corrodés doivent être usinés après consultation du constructeur, dans la mesure du possible, mais uniquement si l'interstice et la longueur du joint ne sont pas altérés au point de ne plus répondre aux documents du certificat. Si les documents du certificat ne sont pas disponibles, des conseils supplémentaires doivent être pris dans l'Annexe C.

- a) Joints plans: le soudage, le dépôt électrolytique et le réusinage des joints plans peuvent être autorisés sans oublier, toutefois, les limites de ces techniques (voir Article 4). L'utilisation des techniques de métallisation est autorisée à condition que la force d'arrachement soit supérieure à 40 MPa.
- b) Joints cylindriques et à emboîtement: l'usinage de la partie mâle nécessite l'apport de métal et l'usinage de la partie femelle (ou vice versa) et, par conséquent, la vérification que les dimensions du joint (assemblage antidéflagrant) satisfont à la norme de l'appareil et, le cas échéant, aux documents du certificat. Lorsqu'une partie seulement est endommagée, elle peut être remise à la dimension d'origine par apport de métal et usinage. L'apport de métal peut être fait par dépôt électrolytique, chemisage ou soudage, mais les techniques de métallisation dont la force d'arrachement est inférieure à 40 MPa ne sont pas recommandées.
- c) Joints filetés:
 - 1) Entrées de câbles et de conduits: il n'est pas recommandé de remettre en état des parties mâles filetées; on doit utiliser de nouveaux composants. Les trous taraudés endommagés peuvent être remis en état en utilisant les techniques de soudage MMA, MIG et TIG;
 - 2) Couvercles vissés: la remise en état de la partie filetée des couvercles vissés et des logements associés peut être possible en utilisant les techniques de soudage MMA, MIG et TIG.

5.3.2.3 Trous taraudés des fermetures

La remise en état des trous taraudés endommagés doit être réalisée en utilisant les techniques décrites en 4.4.2.2.11.

5.3.3 Chemisage

Il convient de veiller à ne pas introduire un passage de flamme de plus. La chemise doit être fermement maintenue.

5.3.4 Arbres et logements

Les arbres et les logements de paliers ayant des joints antidéflagrants peuvent être remis en état par dépôt électrolytique, métallisation, chemisage ou soudage (sauf MMA). Tout usinage ultérieur doit amener les dimensions du joint (assemblage antidéflagrant) à celles requises par la norme de l'appareil et/ou par les documents du certificat, suivant le cas. Si les documents du certificat ne sont pas disponibles, des conseils supplémentaires doivent être

pris dans l'Annexe C. Le soudage peut convenir à condition de tenir compte des limites de cette technique (voir 4.4.2.2.9).

5.3.5 Paliers lisses

Les surfaces des paliers lisses peuvent être remises en état par dépôt électrolytique, métallisation ou soudage (excepté MMA).

5.3.6 Rotors et stators

Si des rotors et des stators doivent être rectifiés pour supprimer des décentremments et des dommages superficiels, l'augmentation résultante de l'entrefer entre le rotor et le stator peut générer des modifications de caractéristiques des phénomènes de pré-compression ou une élévation de la température de surface externe, ce qui pourrait alors conduire à dépasser la classe de température de la machine. S'il existe des incertitudes concernant les effets néfastes possibles sur la classe de température ou sur les phénomènes de pré-compression, le réparateur doit demander des conseils, de préférence au constructeur, avant d'adopter ce procédé.

Les circuits magnétiques des stators rectifiés ou endommagés doivent être soumis à un "essai de flux" afin de s'assurer qu'il ne subsiste pas de points chauds pouvant influencer de façon néfaste sur la classification en température ou entraîner des dommages ultérieurs aux enroulements statoriques. Cet "essai de flux" doit être effectué à 1,5 Tesla et les conditions d'essai doivent être enregistrées avec le résultat.

5.4 Transformations et modifications

5.4.1 Enveloppes

Aucune modification affectant la protection contre l'explosion ne doit être effectuée sur les parties d'une enveloppe antidéflagrante sans tenir compte des documents du certificat et/ou de l'avis du constructeur ou, dans des cas exceptionnels (par exemple, carences du constructeur), de l'autorité chargée de la certification.

5.4.2 Entrées de câbles et de conduits

On ne doit pas faire d'entrées supplémentaires sans se référer aux documents du certificat et/ou au constructeur ou, dans des circonstances exceptionnelles, par exemple en cas de carence du constructeur, à l'autorité chargée de la certification.

Une entrée indirecte, où les conducteurs extérieurs sont raccordés au moyen d'une fiche et d'une prise ou à l'intérieur d'une boîte de raccordement, ne doit pas être transformée en entrée directe, c'est-à-dire lorsque les conducteurs extérieurs et les câbles sont raccordés à l'intérieur de l'enveloppe principale.

5.4.3 Bornes de raccordement

Les assemblages de bornes formant un joint antidéflagrant ne doivent pas être modifiés, par exemple, bornes avec des traversées entre la boîte à borne et l'enveloppe principale. Les assemblages de bornes ne formant pas un joint antidéflagrant peuvent être remplacés par des variantes de conception et de construction suffisantes en termes de nombre, capacités de courant, lignes de fuite et distances dans l'air, et en qualité.

5.4.4 Enroulements

Si un appareil doit être rebobiné pour une autre tension, il doit être tenu compte de l'avis du constructeur. Dans ce cas, on doit s'assurer, par exemple, que la saturation magnétique, les densités de courant et les pertes ne sont pas augmentées, que les nouvelles distances dans l'air et lignes de fuite sont conformes et que la nouvelle tension reste dans les limites des

documents du certificat. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

Le rebobinage d'une machine tournante pour une vitesse différente ne doit être effectué qu'après en avoir référé au constructeur, parce que les caractéristiques électriques et thermiques peuvent se trouver modifiées au point de sortir des limites imposées par la classe de température assignée.

5.4.5 Appareil auxiliaire

Dans les cas où un équipement auxiliaire est nécessaire, par exemple des radiateurs anti-condensation ou des détecteurs de température, le constructeur doit être consulté sur la possibilité de la modification proposée et le procédé à mettre en œuvre.

6 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "i" (sécurité intrinsèque)

6.1 Application

Le présent Article contient des exigences détaillées supplémentaires pour la réparation, la révision, la remise en état, la transformation et la modification des appareils dotés du mode de protection "i". Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives à l'appareil auxquelles on doit se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil Ex "i" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine.

NOTE 1 La sécurité intrinsèque peut être certifiée selon trois catégories, Ex ia, Ex ib et Ex ic. Cependant, les exigences pour la réparation et la révision s'appliquent à toutes les catégories indépendamment de la zone dangereuse (c'est-à-dire zone 0, zone 1 ou zone 2), où l'appareil est installé. De plus, la sécurité des systèmes de sécurité intrinsèque dépend de tous les appareils qui les composent et du câblage des interconnexions. Il convient de donner la même importance aux parties du système installées hors zone dangereuse qu'à celles installées en zone dangereuse.

NOTE 2 Du fait de la nature critique de la conception des circuits et des exigences spécifiques des composants associées au mode de protection "i", la réparation en l'absence de documents du certificat peut être inadéquate (se reporter à l'Article 4.1). Dans le cas où les composants de sécurité ne seraient pas bien définis dans les documents du certificat, les réparations électriques pourraient affecter la sécurité intrinsèque.

NOTE 3 Des revêtements enrobant supplémentaires peuvent être requis, du fait que la corrosion et le manque de propreté peuvent inhiber la sécurité intrinsèque.

6.2 Réparation et révision

6.2.1 Enveloppes

Lorsque les enveloppes des appareils de sécurité intrinsèque et des appareils associés sont exigées du fait que la sécurité intrinsèque en dépend, les activités de réparation et de révision ne doivent pas réduire la protection contre la pénétration (IP) apportée par l'enveloppe.

6.2.2 Presse-étoupe

Des presse-étoupe sont utilisés pour maintenir le degré de protection contre la pénétration de l'enveloppe. Toute réparation ne doit pas réduire le degré de protection contre la pénétration.

6.2.3 Bornes de raccordement

Lors de la réfection des logements de raccordement, toute borne doit normalement être remplacée par une borne de même type. Lorsque le même type n'est pas disponible, tout autre type utilisé doit satisfaire aux exigences relatives aux lignes de fuites (conformément à l'IRC) et aux distances dans l'air telles qu'elles sont spécifiées dans la norme pour la tension

maximale de l'appareil, ainsi qu'à la séparation exigée par la norme de manière à éviter des liaisons accidentelles.

Les connexions à la terre / les liaisons de terre primaires et redondantes, internes et externes à l'appareil à sécurité intrinsèque doivent être entièrement rétablies, si nécessaire, à la fin des réparations.

NOTE La mise à la terre est une considération très importante pour la sécurité intrinsèque, et un raccordement à la terre dupliqué ou triplé peut être une exigence des documents du certificat relatif à un appareil à sécurité intrinsèque.

6.2.4 Connexions soudées

S'il est nécessaire d'effectuer des réparations requérant des techniques de soudage, on doit s'assurer que les principes de la certification sont toujours valables.

Dans le cas où l'on jugerait qu'il est possible d'entreprendre des réparations, les points devant être considérés comprennent:

- la compatibilité de la méthode de soudure avec les documents;
- la compatibilité des matériaux de soudure avec les documents;
- l'entretien et la vérification des distances dans l'air et des lignes de fuite;
- les processus de soudure;
- le nettoyage et la restauration des revêtements avec leurs propriétés d'origine et en particulier leurs propriétés thermiques.

À la fin du travail de soudure, les résidus de flux et toutes les éclaboussures de soudure doivent être retirés.

NOTE 1 Des revêtements enrobant supplémentaires peuvent être requis, du fait que la corrosion et le manque de propreté peuvent inhiber la sécurité intrinsèque.

Tout revêtement enrobant endommagé pendant ce travail doit être réparé avec un revêtement d'origine ou avec un revêtement de mêmes propriétés thermiques que celui d'origine, à condition qu'il ne réagisse pas avec d'autres matériaux de la carte.

NOTE 2 Les exigences de base et les moyens requis pour l'application des revêtements sont donnés par l'IEC 60079-11.

6.2.5 Fusibles

Le remplacement d'un fusible dans un appareil à sécurité intrinsèque doit être effectué par un composant ayant des caractéristiques identiques ou par toute autre option identifiée dans les documents du certificat. Le remplacement d'un fusible ne doit être fait que dans le cas où il serait facilement accessible.

Du côté alimentation d'un appareil associé, si le remplacement par un fusible identique n'est pas possible, il peut être remplacé par un élément de substitution, qui doit avoir:

- le même calibre;
- au moins la même capacité de coupure;
- la même caractéristique temps/courant
- le même type de construction;
- les mêmes dimensions.

Lorsque cela n'est pas possible, une évaluation des effets du choix du fusible sur la sécurité intrinsèque doit être effectuée par la personne responsable. Voir 4.4.1.5.3.

NOTE Le remplacement d'un fusible dans des barrières de sécurité encapsulées ou dans des blocs de batteries encapsulés (ou similaires) n'est pas approprié.

6.2.6 Relais

Lorsqu'un relais est remplacé, il doit être par un relais aux caractéristiques identiques ou par un relais identifié dans les documents du certificat.

6.2.7 Barrières de sécurité à diodes et isolateurs galvanique

Aucune tentative de réparation ne doit être faite sur ces appareils. Lorsque bces appareils sont remplacés, le dispositif de remplacement doit avoir toujours la même description de sécurité et la valeur choisie pour U_m doit être au moins égale ou plus grande que la valeur U_m d'origine. Tous les autres paramètres de l'entité doivent être vérifiés comme il se doit. Des précautions doivent également être prises pour s'assurer qu'une construction de dimension différente ne réduit pas la séparation de 50 mm requise entre les circuits de sécurité intrinsèque et les circuits non de sécurité intrinsèque.

NOTE Dans les systèmes de sécurité intrinsèque, le remplacement d'une barrière de diodes de sécurité ou d'un isolateur galvanique par un autre type, tel que celui indiqué dans les documents du système de sécurité intrinsèque peut affecter la sécurité du système. Il convient de se référer à une personne compétente chargée de la sécurité du système de sécurité intrinsèque.

6.2.8 Circuits imprimés

Ces parties de l'appareil comportent souvent des distances critiques entre pistes (lignes de fuite) qui ne doivent pas être réduites. C'est pourquoi, lorsque des composants sont remplacés, on doit les positionner avec soin sur la carte. Lorsque le revêtement est endommagé pendant la réparation, un revêtement isolant du type prescrit par le constructeur doit être appliqué de la façon définie (par exemple, une couche au trempé, deux couches avec les autres méthodes).

NOTE 1 Le revêtement peut être un revêtement d'isolation ou un revêtement enrobant pour la protection contre l'environnement.

NOTE 2 Les distances dans l'air et des lignes de fuite entre les différents composants peuvent également être critiques. Dans les cartes imprimées modernes à composants montés en surface, ceux-ci sont positionnés à quelques fractions de millimètre près, ce qui peut être une caractéristique importante en faveur d'une séparation certifiée entre les différentes parties du circuit pris dans son ensemble. Ceci rend très difficile les tentatives de réparation au niveau carte "telle qu'elle est fournie" avec une conception moderne et compacte de composants montés en surface. Dans ce cas, l'échange des ensembles complets de circuit imprimé est la réparation recommandée.

6.2.9 Optocoupleurs et composants piézoélectriques

Seuls des composants du même type, tels qu'ils sont listés dans les documents du certificat, doivent être utilisés comme pièces de rechange.

NOTE Les références du composant peuvent considérablement altérer la séparation, les performances sous impact et d'autres propriétés importantes de la sécurité intrinsèque.

6.2.10 Composants électriques

Lorsqu'il y a lieu de remplacer des composants tels que des résistances, des transistors, des diodes Zener etc., cela peut être normalement fait par des composants identiques, quelle qu'en soit la provenance, mais s'ils ne proviennent pas du constructeur ou d'une entité détenant un certificat, les composants de rechange doivent être vérifiés par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil aux normes relatives au mode ou aux modes de protection considérés.

Dans des cas exceptionnels, certains constructeurs utilisent des composants sélectionnés. Dans ce cas, les documents fournis avec l'appareil doivent préciser que le composant de

remplacement doit être obtenu, soit du constructeur, soit sélectionné par la méthode qu'il recommande.

Dans les systèmes de sécurité intrinsèque, le remplacement des composants avec d'autres types non listés dans les documents du certificat du système est une modification et ne doit pas avoir lieu sans certification complémentaire.

6.2.11 Batteries

Seuls les types de batterie spécifiés dans les instructions du constructeur de l'appareil ou dans les documents du certificat doivent être utilisés comme éléments de remplacement. L'utilisation de types d'éléments différents (tels que les types génériques "équivalents" provenant du même constructeur ou d'autres constructeurs) invalidera la sécurité intrinsèque.

NOTE Les certificats relatifs aux appareils de sécurité intrinsèque de conception moderne spécifieront habituellement le constructeur et la référence des éléments remplaçables ayant été soumis aux essais et qui sont acceptables. Les différents éléments du même type générique et même de types différents, provenant du même constructeur, peuvent avoir des courants de court-circuit différents, et dans des conditions de court-circuit peuvent être susceptibles de présenter des fuites d'électrolyte ou un éclatement ou de générer des températures excessives.

Lorsque les piles rechargeables ou les accumulateurs sont encapsulés, l'ensemble complet doit être remplacé.

L'utilisation de blocs de batteries encapsulées autres que ceux fournis par le constructeur ou par une entité détenant un certificat est une modification et ne doit pas avoir lieu sans certification complémentaire.

6.2.12 Câblage interne

Certaines distances entre conducteurs et leurs séparations sont critiques. Par conséquent, le câblage interne doit être replacé dans sa position d'origine s'il a dû être déplacé. Si l'isolation, des écrans, des armures extérieures et/ou des enroulements à double isolation ou la méthode de fixation sont endommagés, ils doivent être remplacés par un appareil équivalent et/ou replacés dans la même configuration.

Dans le cas où l'appareil est l'objet d'une certification globale, tout changement au câblage est une modification et ne doit pas avoir lieu sans certification complémentaire.

6.2.13 Transformateurs

Si un transformateur est remplacé, il doit l'être par un qui a des caractéristiques identiques à l'original ou comme identifié dans la documentation du certificat. On ne doit jamais essayer de réparer ou de remplacer un fusible thermique enfoui (encapsulé).

6.2.14 Composants encapsulés

Les composants encapsulés, par exemple les accumulateurs comportant des résistances de limitation de courant internes ou des ensembles fusibles-diode Zener, ne sont pas réparables, et ne doivent être remplacés que par des ensembles répondant au schéma d'origine provenant du constructeur de l'appareil.

6.2.15 Parties non électriques

Lorsque l'appareil comporte des parties non électriques, par exemple des accessoires ou des fenêtres, qui n'ont pas d'influence sur le circuit électrique ou les lignes de fuite, ou les distances dans l'air, donc sur la sécurité intrinsèque, ces pièces peuvent être remplacées par des pièces d'un type équivalent.

Certaines parties peuvent avoir des exigences antistatiques, d'impact, thermiques et d'inflammabilité qui affectent la sécurité intrinsèque. Dans le cas où le remplacement de ces

parties est exigé, elles doivent être remplacées par des matériaux tels que spécifiés dans les documents du certificat.

6.2.16 Essais

Après la réparation ou la révision, la rigidité diélectrique de l'isolation, entre le circuit de sécurité intrinsèque et l'enveloppe métallique, doit être vérifiée en appliquant une tension de 500 V en courant alternatif (50 Hz ou 60 Hz) entre les bornes et l'enveloppe, pendant 1 minute. Cet essai peut ne pas être réalisé si l'enveloppe est en matériaux isolants ou si un côté du circuit est relié galvaniquement à l'enveloppe pour des raisons de sécurité ou si l'enveloppe n'a pas été renvoyée pour réparation.

Les essais des composants de l'isolement galvanique lors du remplacement de transformateurs et d'optocoupleurs doivent être conformes à ceux définis par la norme correspondante à l'appareil.

6.3 Remise en état

On ne doit jamais essayer de remettre en état des composants dont dépend la sécurité intrinsèque.

6.4 Modifications

Dans les systèmes de sécurité intrinsèque, tout changement à l'appareil est considéré comme une modification au système par rapport à ce qui est indiqué dans les documents du système de sécurité intrinsèque, ce qui peut affecter la sécurité du système. Il convient de se référer à une personne compétente chargée de la sécurité du système de sécurité intrinsèque, qui peut alors exiger une certification complémentaire. Il est recommandé que cette évaluation soit effectuée par une autre personne que celle qui a exécuté la modification.

7 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "p" (surpression interne)

7.1 Application

Le présent article contient des exigences détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification des appareils avec le mode de protection "p". Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives à l'appareil auxquelles on doit se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil Ex "p" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine (voir IEC 60079-2).

7.2 Réparation et révision

7.2.1 Enveloppes

Bien qu'il soit préférable de se procurer des pièces de rechange neuves auprès du constructeur, une pièce endommagée peut, en principe, être réparée ou remplacée à condition qu'en comparaison avec la pièce d'origine:

- elle soit d'une solidité au moins équivalente;
- il n'en résulte pas de fuite plus importante de gaz de protection;
- elle ne limite pas la circulation du gaz de protection dans ou à travers l'enveloppe;
- sa forme ou sa fixation ne favorise pas la pénétration d'une atmosphère explosive dans l'enveloppe;
- sa forme ne favorise pas la création de zones d'atmosphères résiduelles à l'intérieur de l'enveloppe;

- elle ne diminue pas le taux de dissipation de chaleur de l'enveloppe ou de son contenu au point de modifier sa classe de température.

Les garnitures ou autres dispositifs d'étanchéité doivent être remplacés par d'autres de la même matière. Une matière différente peut toutefois être utilisée si elle est appropriée et compatible avec l'environnement.

NOTE L'étanchéité de la "surpression" exige d'être vérifiée dans les locaux de l'organisme de réparation (si possible) ou sur site.

7.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées doivent maintenir le degré de protection d'origine et ne doivent pas permettre l'augmentation des fuites de gaz de surpression.

7.2.3 Bornes de raccordement

Les distances dans l'air ainsi que les lignes de fuites doivent conserver leurs valeurs d'origine.

7.2.4 Isolation

L'isolation de remplacement utilisée lors de la réparation ou de la révision doit présenter au moins les mêmes qualités et classe que l'isolation d'origine (voir IEC 60085).

7.2.5 Connexions internes

Les connexions internes ne doivent pas être inférieures d'un point de vue électrique, thermique ou mécanique à celles montées à l'origine et doivent être conformes à des normes équivalentes à celles des connexions d'origine.

7.2.6 Enroulements

7.2.6.1 Généralités

Les spécifications d'origine des enroulements doivent être, de préférence, obtenues du constructeur. Lorsque cela n'est pas possible les techniques du rebobinage conforme peuvent alors être utilisées, incluant la détermination des raccordements des enroulements, la dimension des conducteurs, le nombre de tours, le pas de bobinage, la saillie des enroulements, et peut inclure une détermination de la résistance des bobinages d'origine. Les matériaux utilisés lors du rebobinage doivent correspondre à un système d'isolation approprié. Si une isolation supérieure à celle d'origine est proposée, on ne doit pas augmenter les caractéristiques assignées de l'enroulement sans avis du constructeur, sinon cela pourrait avoir une incidence défavorable sur la classe de température de l'appareil.

7.2.6.2 Réparation des rotors des machines tournantes

Un rotor à barres défectueux doit être remplacé par un rotor neuf produit par le constructeur d'origine ou réparé en utilisant des matériaux de spécification identique. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des barres du rotor à cage, un bon ancrage de ces barres dans les encoches. Il convient de mettre en œuvre la méthode d'ancrage utilisée par le constructeur.

Un rotor à cage moulé sous pression défectueux doit être remplacé par un rotor neuf, produit par le constructeur d'origine.

Si le constructeur d'origine ne peut plus fournir de rotor de remplacement, il est possible de réaliser un nouvel enroulement de rotor avec des caractéristiques identiques à l'original.

NOTE Des caractéristiques identiques impliquent des matériaux et des caractéristiques dimensionnelles de la bague de court-circuit et des dispositifs d'assistance à la ventilation.

Les dommages à la surface externe de la bague de court-circuit d'un rotor moulé sous pression, y compris les dispositifs d'assistance à la ventilation, peuvent être réparés.

7.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

7.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle et après remontage de l'appareil, les enroulements doivent être soumis aux essais suivants, dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Il convient que la résistance de l'enroulement de remplacement ne diffère pas de la résistance de l'enroulement d'origine de plus de 5 %. Dans le cas d'enroulements polyphasés, les résistances de chaque phase ou entre bornes doivent être équilibrées. Un déséquilibre (c'est-à-dire une différence entre les valeurs les plus hautes et les plus basses) doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Si la résistance de l'enroulement réparé diffère de plus de 5 % de celle de l'enroulement d'origine (obtenue à partir des données du constructeur d'origine, de la mesure d'un enroulement intact, ou déduite par le calcul de l'enroulement endommagé), des essais thermiques supplémentaires peuvent être requis afin de confirmer que la classe d'isolation et la classe de température annoncées sont toujours conformes.

NOTE 2 Au cas où la résistance de l'enroulement ne serait pas équilibrée, il conviendrait de faire vérifier par une personne compétente que ce moteur particulier convient bien à l'application prévue.

- b) Un essai de résistance d'isolement doit être fait en mesurant la résistance entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la terre. Une tension d'essai minimale de 500 V en courant continu est recommandée. La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type de l'appareil et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.

NOTE 3 Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 M Ω à 20 °C, pour un appareil entièrement rebobiné, prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.

- c) Un essai diélectrique conforme à la norme applicable de l'appareil doit être effectué entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rapportent.
- d) Le transformateur ou appareil analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. La valeur mesurée doit être comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; dans la mesure du raisonnable, elles doivent être équilibrées entre phases pour les installations polyphasées.
- e) Les appareils à haute tension (par exemple, 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) et autre appareil spécial peuvent nécessiter des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE 4 Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

7.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La machine doit être mise en marche à la vitesse assignée et à la tension assignée pour vérifier la température des paliers, le bruit ou les vibrations et les valeurs de courant à vide. On doit rechercher et éliminer la cause de toute augmentation de température de palier préjudiciable, de tout bruit anormal et/ou vibration anormale. Le déséquilibre du courant à vide doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Lorsque la vitesse assignée est une plage de valeurs, il convient de faire l'essai à la vitesse la plus élevée possible de cette plage.

- b) Le rotor étant calé, les enroulements statoriques des machines à cage doivent être alimentés sous une tension réduite, de manière à obtenir entre 75 % et 125 % du courant à pleine charge et de s'assurer de l'équilibre des phases. (Cet essai, qui est en quelque sorte une variante de l'essai à pleine charge, est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses connexions et à détecter des défauts rotoriques). Un déséquilibre inférieur à 5 % de la valeur médiane est acceptable.

NOTE 2 Dans le cas où cet essai ne serait pas raisonnablement réalisable, il conviendrait d'utiliser d'autres moyens de vérification.

- c) Les machines à haute tension (par exemple, 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ou sans cage peuvent nécessiter une variante des essais, ou des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE 3 Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

7.2.6.4 Capteurs de température

7.2.6.4.1 Enroulements réparés

Si des capteurs de température enfouis ont été inclus pour surveiller les températures d'enroulement, il est recommandé que les éléments de remplacement aient les mêmes caractéristiques que les capteurs d'origine et qu'ils soient noyés dans l'enroulement réparé avant imprégnation et cuisson.

7.2.6.4.2 Révision

Il est recommandé de vérifier les capteurs de température et en cas de défectuosité de les remplacer à l'occasion de toute révision. Si le remplacement est exigé, les capteurs de température doivent être tels que spécifiés dans les documents préparés conformément à l'IEC 60079-0, et doivent être installés comme cela est stipulé dans ces documents. Le remplacement des capteurs de température enfouis défectueux lors d'une révision, exigés par les documents du certificat, nécessitera un rebobinage du stator.

NOTE Si les documents ne sont pas disponibles ou si des capteurs de température identiques ne sont pas disponibles, il convient que la personne responsable évalue et documente l'acceptabilité du remplacement.

7.2.7 Dispositifs auxiliaires

Lorsque des dispositifs auxiliaires sont basés sur différents modes de protection, les articles correspondants de la présente norme doivent être consultés avant toute réparation.

7.2.8 Parties transparentes ou translucides

Les parties transparentes ou translucides en matière plastique ne doivent pas être nettoyées avec des solvants. Les détergents de ménage sont recommandés à cet effet.

7.2.9 Parties encapsulées

Les parties encapsulées (par exemple, des interrupteurs dans des luminaires) ne sont généralement pas considérées comme pouvant être réparées.

7.2.10 Batteries

Les indications du constructeur doivent être suivies lorsque des piles ou accumulateurs sont utilisés.

7.2.11 Lampes

Le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée.

7.2.12 Douilles

Les éléments de remplacement listés par le constructeur doivent être utilisés, s'ils sont disponibles. Si ces éléments ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil aux normes relatives au mode ou aux modes de protection considérés.

7.2.13 Ballasts

Les inductances et les condensateurs ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur, s'ils sont disponibles. Si ces composants ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil ou des composants remplacés et aux type(s) de protection standard.

7.3 Remise en état

7.3.1 Généralités

Les remises en état utilisant les techniques spécifiées dans l'Article 4 peuvent être utilisées avec le mode de protection "p" sous réserve des restrictions suivantes du présent article.

7.3.2 Enveloppes

7.3.2.1 Généralités

Si des dommages aux enveloppes, boîtes à bornes et couvercles doivent être réparés par soudage ou suture métallique, on doit s'assurer que l'intégrité de l'appareil n'est pas significativement diminuée au point d'altérer le mode de protection et notamment qu'il continue à satisfaire à l'essai de résistance mécanique et reste capable de maintenir une surpression appropriée.

7.3.2.2 Joints

Lorsque les surfaces de joints endommagées ou corrodées doivent être usinées, la résistance mécanique et la fonction de l'élément ne doivent pas être affaiblies ni le degré de protection contre la pénétration affecté.

Les joints à emboîtement sont normalement prévus pour réaliser une mise en place avec ajustement serré. L'usinage de la partie mâle nécessite donc un apport de métal à la partie femelle et son usinage (ou réciproquement) pour maintenir la précision de la mise en place du joint. Lorsqu'une partie seulement est endommagée, elle peut être remise à la dimension d'origine par apport de métal et usinage. L'apport de métal doit être fait par dépôt électrolytique, chemisage ou soudage, mais des techniques de métallisation ayant une force d'arrachement inférieure à 40 MPa ne sont pas recommandées.

7.3.3 Arbres et logements

Si des arbres et des logements de roulements doivent être remis en état, on doit le faire par des techniques de métallisation ou de chemisage. Le soudage peut convenir à condition de tenir compte des limites de cette technique (voir 4.4.2.2.9).

7.3.4 Paliers lisses

Les surfaces des paliers lisses peuvent être remises en état par dépôt électrolytique, métallisation ou soudage (excepté MMA).

7.3.5 Rotors et stators

Si des rotors et des stators doivent être rectifiés pour supprimer des décentremements et des dommages superficiels, l'augmentation résultante de l'entrefer entre le rotor et le stator peut générer une modification des températures de surface, ce qui pourrait alors conduire à dépasser la classe de température de la machine. S'il existe des incertitudes concernant les effets néfastes possibles sur la classe de température, le réparateur doit demander des conseils, de préférence au constructeur, avant d'adopter ce procédé.

Les circuits magnétiques des stators rectifiés ou endommagés doivent être soumis à un "essai de flux" afin de s'assurer qu'il ne subsiste pas de points chauds pouvant influencer de façon néfaste sur la classification en température ou entraîner des dommages ultérieurs aux enroulements statoriques. Cet "essai de flux" doit être effectué à 1,5 Tesla et les conditions d'essai doivent être enregistrées avec le résultat.

7.4 Transformations et modifications

7.4.1 Enveloppes

Les enveloppes ne contenant pas de source pouvant libérer un gaz inflammable peuvent être modifiées. Chaque partie modifiée doit satisfaire aux conditions de 7.2.

Les enveloppes contenant une source pouvant dégager un gaz inflammable telles qu'analyseurs, chromatographes, etc., ne doivent pas être modifiées de quelque manière que ce soit sans tenir compte de l'avis du constructeur.

Le ou les points où la valeur de la surpression et celle du débit du gaz de protection sont contrôlés ne doivent pas être modifiés, et il convient que le réglage de toute minuterie ou de tout autre dispositif de contrôle ne soit pas changé.

7.4.2 Entrées de câbles et de conduits

Si une transformation des entrées est faite, on doit s'assurer tout spécialement que le mode et le degré de protection spécifiés sont conservés.

7.4.3 Bornes de raccordement

Toute modification des bornes de raccordement doit être faite dans le respect des règles de l'art.

7.4.4 Enroulements

Le rebobinage de l'appareil pour une autre tension ne doit être effectué qu'après avoir pris l'avis du constructeur et à condition, par exemple, que la saturation magnétique, les densités de courant et les pertes ne soient pas augmentées, que les nouvelles lignes de fuite et distances dans l'air soient conformes et que la nouvelle tension reste dans les limites des documents du certificat. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

Le rebobinage d'une machine tournante pour une vitesse différente ne doit être effectué qu'après avoir pris l'avis du constructeur parce que les caractéristiques électriques et thermiques sont susceptibles de se trouver modifiées au point de sortir, le cas échéant, des limites imposées par la classe de température assignée; de même l'efficacité du système de surpression peut être compromise.

7.4.5 Appareil auxiliaire

Dans les cas où un équipement auxiliaire est nécessaire, par exemple des radiateurs anti-condensation ou des détecteurs de température, le constructeur doit être consulté sur la possibilité de la modification proposée et le procédé à mettre en œuvre.

8 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "e" (sécurité augmentée)

8.1 Application

Le présent article contient des exigences détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification des appareils avec le mode de protection "e". Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives à l'appareil auxquelles on doit se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil Ex "e" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine (voir IEC 60079-7).

8.2 Réparation et révision

8.2.1 Enveloppes

Bien qu'il soit, en principe, préférable d'obtenir de nouvelles parties du constructeur, les parties endommagées peuvent être réparées ou remplacées à condition que le degré de protection et la classe de température, spécifiés sur la plaque de certification, soient préservés.

NOTE Les caractéristiques spécifiques IP font partie intégrante du mode de protection "e". Les performances des garnitures d'étanchéité et des joints sont critiques afin de maintenir ces caractéristiques IP; ils ont été soumis à un traitement spécial et à des essais, et il convient de ne les remplacer que par des garnitures d'étanchéité et des joints de matériaux identiques et de construction identique.

Un degré de protection plus sévère que celui spécifié par la norme de l'appareil peut avoir été respecté pour tenir compte des conditions d'environnement, auquel cas la réparation ne doit pas compromettre un tel degré de protection plus élevé.

Une attention particulière est requise pour les exigences relatives à l'essai de chocs mécaniques pour toutes les parties de l'enveloppe ainsi que sur le degré de protection qui doit être respecté pour les orifices d'entrée et de sortie d'air, tels qu'ils sont précisés par la norme de l'appareil.

Une distance adéquate doit être maintenue entre les parties fixes et les parties en rotation conformément à la norme de l'appareil. Une distance adéquate doit être comprise comme étant la distance requise par les plans certifiés du constructeur ou, en l'absence de plans, la distance dans l'air minimale comme spécifié dans l'IEC 60079-7.

L'attention est attirée sur les effets que les finitions des surfaces, la peinture, etc., ont sur la classe de température des enveloppes. Seules les finitions spécifiées par le constructeur ou des finitions équivalentes doivent être appliquées.

8.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées doivent conserver au minimum un degré de protection IP54 conformément aux exigences de l'IEC 60529 et au moins le même degré de protection IP pour lequel l'appareil a été conçu à l'origine.

8.2.3 Bornes de raccordement

La conception des bornes de raccordement en ce qui concerne les matériaux utilisés, les lignes de fuites et les distances dans l'air ainsi que l'indice de résistance au cheminement de

l'isolant est normalement spécifiée dans les documents du certificat. Les éléments de remplacement doivent être fournis par le constructeur ou son avis doit être recherché en ce qui concerne les variantes acceptables.

Lorsque les bornes ne sont pas fixes, la méthode de raccordement, y compris l'isolation, doivent être conformes aux documents du certificat.

8.2.4 Isolation

Tous les détails du système d'isolation des enroulements, y compris le type de vernis d'imprégnation, se trouvent normalement dans les documents du certificat. Lorsque cela n'est pas le cas, toutes ces informations doivent être demandées au constructeur ou déterminées par un examen détaillé de l'enroulement d'origine.

8.2.5 Connexions internes

Si des connexions internes sont à refaire, l'isolation de telles connexions ne doit pas être électriquement, thermiquement ou mécaniquement inférieure à celle d'origine.

La section de toute connexion de remplacement ne doit pas être inférieure à celle des connexions montées à l'origine. Les méthodes de raccordement autorisées sont données par les normes appropriées.

8.2.6 Enroulements

8.2.6.1 Généralités

La construction électrique d'un appareil à Mode de Protection "e" a une influence décisive sur la sécurité contre l'explosion et le réparateur doit être en pleine possession des informations et de l'équipement nécessaires. L'état d'origine de la totalité de l'enroulement doit être restauré, excepté si un remplacement partiel de l'enroulement peut être envisagé pour un appareil de grandes dimensions, sur lequel ceci peut être réalisable.

8.2.6.1.1 Pour des machines de tension assignée inférieure ou égale à 1 000 V; machines évaluées selon l'IEC 60079-7:1969, 1990 ou 2001:

Les types de réparation suivants sont acceptables:

- le remplacement des enroulements du stator par ceux fournis par le constructeur;
- le remplacement des enroulements du stator fondé sur les spécifications de l'enroulement fournies par le constructeur;
- Les techniques de l'enroulement conforme.

Les spécifications suivantes de l'enroulement sont exigées pour pouvoir réparer l'enroulement du stator et maintenir la t_E d'origine:

- a) type de l'enroulement, c'est-à-dire couche simple, couche double, etc.;
- b) schéma de l'enroulement;
- c) nombre de spires/conducteurs/encoche, de trajets parallèle par phase;
- d) connexions entre phases;
- e) dimension des conducteurs;
- f) système d'isolation, y compris celui de l'isolation d'encoche et système ou procédé générique du vernis tel que la VPI (*Vacuum Pressure Impregnation*, imprégnation sous pression et sous vide) ou écoulement goutte à goutte;
- g) mesure ou calcul de résistance par phase ou entre les bornes ;
- h) pas de bobinage;
- i) saillie des enroulements, y compris la distance entre les bobines et l'enveloppe.

NOTE 1 Les moteurs alimentés par convertisseur ne sont pas protégés en utilisant le concept de la t_E , mais le sont, soit avec des capteurs de température enfouis, soit par la conception même du convertisseur.

Lorsque les techniques de rebobinage conforme (à l'original) sont utilisées, l'ensemble des exigences suivantes doit être respecté:

- a) Lorsqu'il existe un risque d'endommager le noyau en retirant l'ancien enroulement, un essai de flux sur le noyau doit être réalisé, à une valeur appropriée, telle que 1,5 T (50 Hz) ou 1,32 T (60 Hz), avant et après avoir retiré l'enroulement, afin de vérifier l'état du noyau. Les pertes dans le noyau après ce dénudage ne doivent pas dépasser 110 % des pertes dans le noyau avant dénudage.
- b) Le retrait de l'enroulement statorique doit être réalisé par le biais d'une extraction par traitement chimique, pyrolyse contrôlée (décomposition par combustion avec température contrôlée) lors de laquelle la température du stator ne dépasse pas 370 °C ou par procédé d'extraction à froid.
- c) La section transversale du conducteur ne doit pas être inférieure à la section transversale de l'enroulement d'origine et ne doit pas dépasser 103 % de la section transversale de l'enroulement d'origine.
- d) Le type d'enroulement utilisé sur l'enroulement d'origine doit également être utilisé pour le rebobinage – par exemple, enroulement à une seule couche, double couche, imbriqué, concentrique, etc.
- e) Le nombre de conducteurs/encoche, et les trajets parallèles par phase doivent les mêmes que dans l'enroulement d'origine.
- f) La spire de la bobine, en longueur moyenne, ne doit pas être supérieure à la bobine d'enroulement d'origine ou, de préférence réduite en longueur.
- g) La saillie de l'enroulement statorique doit être la même que pour l'enroulement d'origine.
- h) Les capteurs de température intégrés doivent être installés au même emplacement que les capteurs de température intégrés de l'enroulement d'origine.
- i) Le procédé/système de vernis générique doit être le même que celui utilisé dans l'enroulement d'origine, tel que la résine époxy en écoulement goutte à goutte, la résine sans solvant utilisant la VPI, ou le triple trempage avec préchauffage et durcissement dans la résine avec solvant
- j) Après imprégnation mais avant le durcissement, l'alésage du stator doit être nettoyé. Il s'agit là de réduire la nécessité de procéder au nettoyage de l'alésage du stator, une fois que l'enroulement statorique a été durci, ce qui peut augmenter les pertes vagabondes.
- k) La résistance/phase ou la résistance entre les bornes doit se situer à $\pm 5\%$ de l'enroulement d'origine.

NOTE 2 L'étude du rebobinage EASA/AEMT intitulé *The Effects of Repair/Rewinding on Motor Efficiency* publiée par EASA & AEMT fournit des informations supplémentaires sur les Pratiques d'Excellence au cours du rebobinage & de la réparation. Ce document est disponible en téléchargement gratuit sur le site www.easa.com ou www.iecex.com.

8.2.6.1.2 Pour des machines de tension assignée supérieure à 1 000 V; machines évaluées selon l'IEC 60079-7:1990 ou 2001 :

Outre les exigences révisées du 8.2.6.1.1:

Les enroulements du moteur doivent être soumis aux essais d'inflammation du stator selon l'IEC 60079-7:1990 ou 2001 selon ce qui est applicable, sauf si le système d'isolation a déjà été précédemment soumis aux essais de l'IEC 60079-7:1990 ou 2001.

NOTE 1 Les appareils, évalués par rapport aux exigences de l'IEC 60079-7:1969 or 1990, n'ont pas été soumis aux exigences additionnelles relatives aux machines à haute tension. Ces machines, si elles sont restaurées à leur état d'origine, ne seront probablement conformes qu'aux exigences de la norme par rapport à laquelle elles ont été évaluées à l'origine.

NOTE 2 Des informations complémentaires sur l'évaluation des enroulements statoriques et des systèmes d'isolation fondées sur la *Decision Sheet* (Feuille de Décision) DS2013/006 de l'IECEx (disponible à l'adresse suivante www.iecex.com) figurent dans l'Annexe D.

8.2.6.2 Réparation des rotors des machines tournantes

Un rotor à barres défectueux doit être remplacé par un rotor neuf produit par le constructeur d'origine ou réparé en utilisant des matériaux de spécification identique. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des barres du rotor à cage, un bon ancrage de ces barres dans les encoches. Il convient de mettre en œuvre la méthode d'ancrage utilisée par le constructeur.

Un rotor à cage moulé sous pression défectueux doit être remplacé par un rotor neuf, produit par le constructeur d'origine.

Si le constructeur d'origine ne peut plus fournir de rotor de remplacement, il est possible de réaliser un nouvel enroulement de rotor avec des caractéristiques identiques à l'original.

NOTE Des caractéristiques identiques impliquent des matériaux et des caractéristiques dimensionnelles de la bague de court-circuit et des dispositifs d'assistance à la ventilation.

Les dommages à la surface externe de la bague de court-circuit d'un rotor moulé sous pression, y compris les dispositifs d'assistance à la ventilation, peuvent être réparés.

8.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

8.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle et après remontage de l'appareil, les enroulements doivent être soumis aux vérifications et essais suivants, dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Il convient que la résistance de l'enroulement de remplacement ne diffère pas de la résistance de l'enroulement d'origine de plus de 5 %. Dans le cas d'enroulements polyphasés, les résistances de chaque phase ou entre bornes doivent être équilibrées. Un déséquilibre (c'est-à-dire une différence entre les valeurs les plus hautes et les plus basses) doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Si la résistance de l'enroulement réparé diffère de plus de 5 % de celle de l'enroulement d'origine (obtenue à partir des données du constructeur d'origine, de la mesure d'un enroulement intact, ou déduite par le calcul de l'enroulement endommagé), des essais thermiques supplémentaires peuvent être requis afin de confirmer que la classe d'isolation et la classe de température annoncées sont toujours conformes.

NOTE 2 Au cas où la résistance de l'enroulement ne serait pas équilibrée, il conviendrait de faire vérifier par une personne compétente que ce moteur particulier convient bien à l'application prévue.

- b) Un essai de résistance d'isolement doit être fait en mesurant la résistance entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la terre. Une tension minimale d'essai de 500 V en courant continu est recommandée. La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type de l'appareil et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.

NOTE 3 Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 M Ω à 20 °C, pour un appareil entièrement rebobiné, prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.

- c) Un essai diélectrique conforme à la norme applicable de l'appareil doit être effectué entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rapportent.
- d) Le transformateur ou appareil analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. La valeur mesurée doit être comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; dans la mesure du raisonnable, il convient qu'elles soient équilibrées entre toutes les phases, pour les installations polyphasées.
- e) Les appareils à haute tension (par exemple, 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) et autre appareil spécial peuvent nécessiter des

essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

8.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La machine doit être mise en marche à la vitesse assignée et à la tension assignée pour vérifier la température des paliers, le bruit ou les vibrations et les valeurs de courant à vide. On doit rechercher et éliminer la cause de toute augmentation de température de palier préjudiciable, de tout bruit anormal et/ou vibration anormale. Le déséquilibre du courant à vide doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Lorsque la vitesse assignée est une plage de valeurs, il convient de faire l'essai à la vitesse la plus élevée possible de cette plage.

- b) Le rotor étant calé, les enroulements statoriques des machines à cage doivent être alimentés sous une tension nominale pour vérifier le courant de démarrage I_A et le rapport du courant de démarrage I_A/I_N en résultant, avec des tolérances de ± 10 %. Si la tension nécessite d'être réduite du fait des équipements d'essai, le courant de démarrage et le rapport du courant de démarrage doivent être calculés selon les règles techniques habituelles. Un déséquilibre de courant inférieur à 5 % de la valeur médiane est acceptable. (Cet essai est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses connexions et à détecter des défauts rotoriques).

Le rotor étant calé, les enroulements statoriques des machines à cage doivent être alimentés sous une tension réduite, de manière à obtenir entre 75 % et 125 % du courant à pleine charge et de s'assurer de l'équilibre des phases. (Cet essai, qui est en quelque sorte une variante de l'essai à pleine charge, est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses connexions et à détecter des défauts rotoriques). Un déséquilibre inférieur à 5 % de la valeur médiane est acceptable.

NOTE 2 Dans le cas où cet essai ne serait pas raisonnablement réalisable, il conviendrait d'utiliser d'autres moyens de vérification.

- c) Les machines à haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ou sans cage peuvent nécessiter une variante des essais, ou des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE 3 Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

8.2.6.4 Capteurs de température

8.2.6.4.1 Enroulements réparés

Si des capteurs de température enfouis ont été inclus pour surveiller les températures d'enroulement, il est recommandé que des éléments de remplacement identiques soient incorporés aux mêmes endroits dans l'enroulement réparé avant imprégnation et cuisson.

8.2.6.4.2 Révision

Il est recommandé de vérifier les capteurs de température et en cas de défectuosité de les remplacer à l'occasion de toute révision. Si le remplacement est exigé, les capteurs de température doivent être tels que spécifiés dans les documents préparés conformément à l'IEC 60079-0, et doivent être installés comme cela est stipulé dans ces documents. Le remplacement de capteurs de température incorporés défectueux pendant une révision, qui est exigé dans la documentation de certificat, nécessitera un rebobinage de stator.

NOTE Si les documents ne sont pas disponibles ou si des capteurs de température identiques ne sont pas disponibles, il convient que la personne responsable évalue et documente l'acceptabilité du remplacement.

8.2.7 Parties transparentes ou translucides

Aucune tentative de réparer des parties transparentes ou translucides ne doit être faite et on ne doit utiliser que les composants spécifiés par le constructeur. Les parties transparentes ou translucides ou d'autres parties en matière plastique ne doivent pas être nettoyées avec des solvants. Des détergents de ménage peuvent être utilisés.

8.2.8 Parties encapsulées

Les parties encapsulées (par exemple des interrupteurs dans des luminaires) ne sont généralement pas considérées comme pouvant être réparées ou remises en état.

8.2.9 Batteries

Si des piles ou accumulateurs sont utilisés, les instructions du constructeur doivent être demandées avant toute réparation ou remplacement.

8.2.10 Lampes

Le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée.

Une attention particulière doit être portée aux tubes fluorescents à simple culot. Le culot unique introduit dans la douille forme une enveloppe antidéflagrante, et une distorsion ou un mauvais alignement peut affecter la conception de la protection contre l'explosion.

8.2.11 Douilles

Seuls les remplacements spécifiés par le constructeur doivent être faits. Lorsque les connexions aux douilles sont faites en usine (sertissage, etc.), de nouvelles connexions ne doivent pas être réalisées à moins que le réparateur ne dispose de l'outillage pour faire les connexions selon la même norme.

NOTE Les douilles pour luminaires en mode de protection "e" sont systématiquement d'un type spécial, soit à simple plot pour les tubes fluorescents, soit à vis pour les autres lampes.

8.2.12 Ballasts

Les inductances et les condensateurs ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur, s'ils sont disponibles. Si ces composants ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil ou des composants remplacés et aux type(s) de protection standard.

8.2.13 Dispositifs de respiration

Les dispositifs de respiration doivent être entretenus afin de maintenir les propriétés de protection contre l'explosion de l'enveloppe conformément aux documents. Si ces documents ne sont pas disponibles, les dispositifs de respiration ne doivent être remplacés que par les éléments énumérés dans les documents du certificat. Si les dispositifs de respiration comportent un certificat de composant "Ex", seule une pièce dûment certifiée et dimensionnée peut être utilisée.

8.3 Remise en état

Les remises en état utilisant les techniques spécifiées dans l'Article 4 peuvent être utilisées avec le mode de protection "e" sous réserve des restrictions suivantes du présent article.

8.3.1 Enveloppes

8.3.1.1 Généralités

Si des dommages peu importants aux enveloppes, boîtes à bornes et couvercles doivent être réparés par soudage ou suture métallique, on doit s'assurer que l'intégrité de l'appareil n'est pas significativement diminuée au point d'altérer le mode de protection et notamment qu'il continue à satisfaire à l'épreuve de choc mécanique et conserve le degré de protection contre la pénétration.

8.3.1.2 Joints

Lorsque les surfaces de joints endommagées ou corrodées doivent être usinées, la résistance mécanique et la fonction de l'élément ne doivent pas être affaiblies, ni le degré de protection contre la pénétration affecté.

Quand des joints sont normalement prévus pour réaliser une mise en place avec ajustement serré, l'usinage de la partie mâle peut nécessiter un apport de métal à la partie femelle et son usinage (ou réciproquement) pour maintenir la précision de la mise en place du joint. Lorsqu'une partie seulement est endommagée, elle peut être remise à la dimension d'origine par apport de métal et usinage. Cet apport doit être réalisé par dépôt électrolytique, chemisage ou soudage, mais les techniques de métallisation qui ont une force d'arrachement inférieure à 40 MPa ne sont pas recommandées.

8.3.1.3 Arbres et logements

Si des arbres et des logements de roulements doivent être remis en état, cela peut être fait par des techniques de métallisation ou chemisage. Le soudage peut convenir à condition de tenir compte des limites de cette technique (voir 4.4.2.2.9).

8.3.2 Paliers lisses

Les surfaces des paliers lisses peuvent être remises en état par dépôt électrolytique, métallisation ou soudage (excepté MMA).

8.3.3 Rotors et stators

Si des rotors et des stators doivent être rectifiés pour supprimer des décentremements et des dommages superficiels, l'augmentation résultante de l'entrefer entre le rotor et le stator peut générer une modification des températures de surface, ce qui pourrait alors conduire à dépasser la classe de température de la machine. S'il existe des incertitudes concernant les effets néfastes possibles sur la classe de température, le réparateur doit demander des conseils, de préférence au constructeur, avant d'adopter ce procédé.

Les circuits magnétiques des stators rectifiés ou endommagés doivent être soumis à un "essai de flux" afin de s'assurer qu'il ne subsiste pas de points chauds pouvant influencer de façon néfaste sur la classification en température ou entraîner des dommages ultérieurs aux enroulements statoriques.

Le réparateur doit rechercher et suivre les conseils du constructeur avant d'adopter cette procédure ou bien l'appareil est de nouveau soumis aux essais selon la norme relative au mode de protection.

8.4 Modifications

8.4.1 Enveloppes

Les enveloppes peuvent être modifiées à condition que la classe de température, le degré de protection et les exigences de l'essai de choc mécanique, spécifiés dans la norme applicable, soient respectés.

8.4.2 Entrées de câbles et de conduits

Si une transformation des entrées est faite, on doit s'assurer tout spécialement que le mode et le degré de protection spécifiés sont conservés.

8.4.3 Bornes de raccordement

Aucune modification des bornes de raccordement ne doit être faite sans en référer au constructeur.

8.4.4 Enroulements

Le rebobinage de l'appareil pour une autre tension ou connexion ne doit pas être effectué sans avoir pris conseil auprès du constructeur et à condition, par exemple, que la saturation magnétique, les densités de courant et les pertes ne soient pas augmentées, que les nouvelles lignes de fuite et distances dans l'air soient conformes et que les nouvelles tensions, durée t_E et rapport I_A/I_N restent dans les limites des documents du certificat. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

Le rebobinage d'une machine tournante pour une vitesse différente ne doit pas être effectué sans avoir pris conseil auprès du constructeur du fait que les caractéristiques électriques et thermiques sont susceptibles de se trouver modifiées au point de sortir des limites des documents du certificat. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

8.4.5 Appareil auxiliaire

Dans le cas où un équipement auxiliaire serait nécessaire, par exemple des radiateurs anti-condensation ou des détecteurs de température, le constructeur doit être consulté sur la possibilité de la modification proposée et le procédé à mettre en œuvre.

9 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "n"

9.1 Application

Le présent article contient des exigences détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification des appareils avec le mode de protection "n". Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives à l'appareil auxquelles on doit se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil Ex "n" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine (voir IEC 60079-15).

9.2 Réparation et révision

9.2.1 Enveloppes

Bien qu'il soit, en principe, préférable d'obtenir de nouvelles parties du constructeur, les parties endommagées peuvent être réparées ou remplacées à condition que le degré de protection contre la pénétration et la classe de température spécifiée sur la plaque signalétique soient préservés.

NOTE Les caractéristiques spécifiques IP font partie intégrante du mode de protection "n". Les performances des garnitures d'étanchéité et des joints sont critiques afin de maintenir ces caractéristiques IP; ils ont été soumis à un traitement spécial et à des essais, et il convient de ne les remplacer que par des garnitures d'étanchéité et des joints de matériaux identiques et de construction identique.

Un degré de protection plus sévère que celui spécifié par la norme de l'appareil peut avoir été respecté pour tenir compte des conditions d'environnement, auquel cas la réparation ne doit pas compromettre un tel degré de protection plus élevé.

Une attention particulière est attirée sur les exigences relatives à l'essai de choc mécanique pour toutes les parties de l'enveloppe, telles qu'elles sont précisées par la norme de l'appareil.

Une distance adéquate doit être maintenue entre les parties fixes et les parties en rotation conformément à la norme de l'appareil.

Les enveloppes à respiration limitée dépendent, pour leur protection contre l'explosion, des garnitures et autres moyens d'étanchéité. Les conditions de réalisation de l'étanchéité peuvent affecter défavorablement le mode de protection.

L'attention est attirée sur les effets que les finitions des surfaces, la peinture, etc. ont sur la classe de température des enveloppes.

9.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées doivent conserver au minimum un degré de protection IP54 conformément aux exigences de l'IEC 60529.

9.2.3 Bornes de raccordement

On doit faire attention, lors de la réfection des compartiments des bornes, de maintenir les distances dans l'air et lignes de fuite en conformité avec la norme de l'appareil. Lorsque des vis non métalliques sont utilisées pour la fixation, seules des vis de remplacement composées de matériaux identiques, doivent être utilisées.

Lorsque les bornes ne sont pas fixes, la méthode de raccordement, y compris l'isolation, doivent être conformes aux documents du certificat.

9.2.4 Isolation

Une classe d'isolation égale ou supérieure à celle employée à l'origine doit être utilisée; par exemple, un enroulement isolé avec un matériau de classe E peut être réparé en utilisant un matériau de classe F (voir IEC 60085).

9.2.5 Connexions internes

Si des connexions internes sont à refaire, l'isolation de telles connexions ne doit pas être électriquement, thermiquement ou mécaniquement inférieure à celle d'origine.

La section de toute connexion de remplacement ne doit pas être inférieure à celle des connexions montées à l'origine.

9.2.6 Enroulements

9.2.6.1 Généralités

La construction électrique d'un appareil à mode de protection "n" a une influence décisive sur la sécurité contre l'explosion et le réparateur doit être en pleine possession des informations et des équipements nécessaires. L'état d'origine de la totalité de l'enroulement doit être restauré, excepté si un remplacement partiel de l'enroulement peut être envisagé pour un appareil de grandes dimensions, sur lequel ceci peut être réalisable.

Pour des machines évaluées selon l'IEC 60079-15:1987 ou 2001, l'une des options de réparation suivantes doit être utilisée:

- le remplacement des enroulements du stator par ceux fournis par le constructeur;
- la réparation en se fondant sur les spécifications de l'enroulement données par le constructeur;

- la technique du rebobinage conforme, incluant la détermination des raccordements des enroulements, la dimension des conducteurs, le nombre de spires, le pas de bobinage, la saillie des enroulements, et peut inclure une détermination de la résistance des bobinages d'origine.

Pour des machines de tension assignée égale ou inférieure à 1 000 V, évaluées conformément à l'IEC 60079-15:2005 ou 2010, l'une des options de réparation suivantes doit être utilisée:

- le remplacement des enroulements du stator par ceux fournis par le constructeur;
- la réparation, basée sur les spécifications de l'enroulement données par le constructeur;
- la technique du rebobinage conforme, incluant la détermination des raccordements des enroulements, la dimension des conducteurs, le nombre de spires, le pas de bobinage, la saillie des enroulements, et peut inclure une détermination de la résistance des bobinages d'origine.

Pour des machines de tension assignée supérieure à 1 000 V, l'une des options de réparation suivante doit être utilisée, en s'assurant que les enroulements du moteur doivent être soumis aux essais d'inflammation du stator selon l'IEC 60079-15:2005 ou 2010, sauf si le système d'isolation a déjà été précédemment soumis à ces essais d'inflammation du stator de l'IEC 60079-15:2005 or 2010. Pour l'IEC 60079-15:2005, l'utilisateur final a l'option de signaler que les facteurs de risque utilisés pour l'évaluation d'origine par rapport à l'IEC 60079-15:2005 ont indiqué un faible potentiel pour les décharges de l'enroulement statorique, et, que par conséquent, les essais d'inflammation du stator n'ont pas été réalisés:

- le remplacement des enroulements du stator par ceux fournis par le constructeur;
- le remplacement des enroulements du stator fondé sur les spécifications de l'enroulement fournies par le constructeur;
- la technique de l'enroulement conforme.

Les spécifications suivantes de l'enroulement sont exigées pour pouvoir réparer l'enroulement du stator et maintenir la t_E d'origine:

- a) type de l'enroulement, c'est-à-dire couche simple, couche double, etc.;
- b) schéma de l'enroulement;
- c) nombre de spires/conducteurs/encoche, de trajets parallèle par phase;
- d) connexions entre phases;
- e) dimension des conducteurs;
- f) système d'isolation y compris celui de l'isolation d'encoche et système ou procédé générique du vernis tel que la VPI (*Vacuum Pressure Impregnation*, imprégnation sous pression et sous vide) ou écoulement goutte à goutte;
- g) mesure ou calcul de résistance par phase ou entre les bornes;
- h) pas de bobinage;
- i) saillie des enroulements, y compris la distance entre les bobines et l'enveloppe.

NOTE 1 Les moteurs alimentés par convertisseur ne sont pas protégés en utilisant le concept de t_E , mais le sont, soit avec des capteurs de température intégrés, soit par la conception même du convertisseur.

Lorsque les techniques de rebobinage conforme (à l'original) sont utilisées, l'ensemble des exigences suivantes doit être respecté:

- a) Un essai de flux sur le noyau doit être réalisé, à une valeur appropriée, telle que 1,5 T (50 Hz) ou 1,32 T (60 Hz), avant et après avoir retiré l'enroulement, afin de vérifier l'état du noyau. Les pertes dans le noyau après ce dénudage ne doivent pas dépasser 110 % des pertes dans le noyau avant dénudage.
- b) Le retrait de l'enroulement statorique doit être réalisé par le biais d'une extraction par traitement chimique, pyrolyse contrôlée (décomposition par combustion avec température

contrôlée) lors de laquelle la température du stator ne dépasse pas 370 °C ou par procédé d'extraction à froid.

- c) La section transversale du conducteur ne doit pas être inférieure à la section transversale de l'enroulement d'origine et ne doit pas dépasser 103 % de la section transversale de l'enroulement d'origine.
- d) Le type d'enroulement utilisé sur l'enroulement d'origine doit également être utilisé pour le rebobinage – par exemple, enroulement à une seule couche, double couche, imbriqué, concentrique, etc.
- e) Le nombre de conducteurs/encoche, et les trajets parallèles par phase doivent les mêmes que dans l'enroulement d'origine.
- f) La spire de la bobine, en longueur moyenne, ne doit pas être supérieure à la bobine d'enroulement d'origine ou, de préférence réduite en longueur.
- g) La saillie de l'enroulement statorique doit être la même que pour l'enroulement d'origine.
- h) Les capteurs de température intégrés doivent être installés au même emplacement que les capteurs de température intégrés de l'enroulement d'origine.
- i) Le procédé/système de vernis générique doit être le même que celui utilisé dans l'enroulement d'origine, tel que la résine époxy en écoulement goutte à goutte, la résine sans solvant utilisant la VPI, ou le triple trempage avec préchauffage et durcissement dans la résine avec solvant
- j) Après imprégnation mais avant le durcissement, l'alésage du stator doit être nettoyé. Il s'agit là de réduire la nécessité de procéder au nettoyage de l'alésage du stator, une fois que l'enroulement statorique a été durci, ce qui peut augmenter les pertes vagabondes.
- k) La résistance/phase ou la résistance entre les bornes doit se situer à $\pm 5\%$ de l'enroulement d'origine.

NOTE 2 Des informations complémentaires relatives à l'Évaluation des Pratiques d'Excellence au cours du Rebobinage & de la Réparation' figurent dans l'Annexe D.

9.2.6.2 Réparation des rotors des machines tournantes

Un rotor à barres défectueux doit être remplacé par un rotor neuf produit par le constructeur d'origine ou réparé en utilisant des matériaux de spécification identique. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des barres du rotor à cage, un bon ancrage de ces barres dans les encoches. Il convient de mettre en œuvre la méthode d'ancrage utilisée par le constructeur.

Un rotor à cage moulé sous pression défectueux doit être remplacé par un rotor neuf, produit par le constructeur d'origine.

Si le constructeur d'origine ne peut plus fournir de rotor de remplacement, il est possible de réaliser un nouvel enroulement de rotor avec des caractéristiques identiques à l'original.

NOTE Des caractéristiques identiques impliquent des matériaux et des caractéristiques dimensionnelles de la bague de court-circuit et des dispositifs d'assistance à la ventilation.

Les dommages à la surface externe de la bague de court-circuit d'un rotor moulé sous pression, y compris les dispositifs d'assistance à la ventilation, peuvent être réparés.

9.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

9.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle et après remontage de l'appareil, les enroulements doivent être soumis aux vérifications et essais suivants, dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Il convient que la résistance de l'enroulement de remplacement ne diffère pas

de la résistance de l'enroulement d'origine de plus de 5 %. Dans le cas d'enroulements polyphasés, les résistances de chaque phase ou entre bornes doivent être équilibrées. Un déséquilibre (c'est-à-dire une différence entre les valeurs les plus hautes et les plus basses) doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Si la résistance de l'enroulement réparé diffère de plus de 5 % de celle de l'enroulement d'origine (obtenue à partir des données du constructeur d'origine, de la mesure d'un enroulement intact, ou déduite par le calcul de l'enroulement endommagé), des essais thermiques supplémentaires peuvent être requis afin de confirmer que la classe d'isolation et la classe de température annoncées sont toujours conformes.

NOTE 2 Au cas où la résistance de l'enroulement ne serait pas équilibrée, il conviendrait de faire vérifier par une personne compétente que ce moteur particulier convient bien à l'application prévue.

- b) Un essai de résistance d'isolement doit être fait en mesurant la résistance entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la terre. Une tension d'essai minimale de 500 V en courant continu est recommandée.

La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type d'appareil et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.

NOTE 3 Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 M Ω à 20 °C, pour un appareil entièrement rebobiné, prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.

- c) Un essai diélectrique conforme à la norme applicable de l'appareil doit être effectué entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rapportent.
- d) Le transformateur ou appareil analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. Il convient que la valeur mesurée soit comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; dans la mesure du raisonnable, elles doivent être équilibrées entre toutes les phases, pour les installations polyphasées.
- e) Les appareils à haute tension (par exemple, 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) et autre appareil spécial peuvent nécessiter des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

9.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent raisonnablement être mis en œuvre.

- a) La machine doit être mise en marche à la vitesse assignée et à la tension assignée pour vérifier la température des paliers, le bruit ou les vibrations et les valeurs de courant à vide. On doit rechercher et éliminer la cause de toute augmentation de température de palier préjudiciable, de tout bruit anormal et/ou vibration anormale. Le déséquilibre du courant à vide doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Lorsque la vitesse assignée est une plage de valeurs, il convient de faire l'essai à la vitesse la plus élevée possible de cette plage.

- b) Le rotor étant calé, les enroulements statoriques des machines à cage doivent être alimentés sous une tension réduite, de manière à obtenir entre 75 % et 125 % du courant à pleine charge et de s'assurer de l'équilibre des phases. (Cet essai, qui est en quelque sorte une variante de l'essai à pleine charge, est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses connexions et à détecter des défauts rotoriques). Un déséquilibre inférieur à 5 % de la valeur médiane est acceptable.

NOTE 2 Dans le cas où cet essai ne serait pas raisonnablement réalisable, il conviendrait d'utiliser d'autres moyens de vérification.

- c) Les machines à haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ou sans cage peuvent nécessiter une variante des essais ou des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE 3 Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

9.2.6.4 Capteurs de température

9.2.6.4.1 Enroulements réparés

Si des capteurs de température enfouis ont été inclus pour surveiller les températures d'enroulement, il est recommandé que les éléments de remplacement aient les mêmes caractéristiques que les capteurs d'origine et qu'ils soient noyés dans l'enroulement réparé avant imprégnation et cuisson.

9.2.6.4.2 Révision

Il est recommandé de vérifier les capteurs de température et en cas de défectuosité de les remplacer à l'occasion de toute révision. Si le remplacement est exigé, les capteurs de température doivent être tels que spécifiés dans les documents préparés conformément à l'IEC 60079-0, et doivent être installés comme cela est stipulé dans ces documents. Le remplacement des capteurs de température enfouis défectueux lors d'une révision, exigés par les documents du certificat, nécessitera un rebobinage du stator.

NOTE Si les documents ne sont pas disponibles ou si des capteurs de température identiques ne sont pas disponibles, il convient que la personne responsable évalue et documente l'acceptabilité du remplacement.

9.2.7 Parties transparentes ou translucides

Les parties transparentes ou translucides en matière plastique ne doivent pas être nettoyées avec des solvants. Des détergents ménagers peuvent être utilisés.

9.2.8 Parties encapsulées

Les parties encapsulées (par exemple des interrupteurs dans des luminaires) ne sont généralement pas considérées comme pouvant être réparées.

9.2.9 Batteries

Si des piles ou accumulateurs sont utilisés, les instructions du constructeur doivent être demandées avant toute réparation ou remplacement.

9.2.10 Lampes

Le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée.

9.2.11 Douilles

Les douilles ne doivent être remplacées que par des composants prévus par le constructeur, s'ils sont disponibles. Si ces composants ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil ou des composants remplacés et au(x) type(s) de protection standard.

NOTE Il convient que la position du réflecteur, s'il y a en, ou la distance entre la lampe et le verre soient maintenues.

9.2.12 Ballasts

Les inductances et les condensateurs ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur, s'ils sont disponibles. Si ces composants ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil ou des composants remplacés et aux type(s) de protection standard.

9.2.13 Dispositifs à coupure enfermée

En général les dispositifs à coupure enfermée ne sont pas considérés comme pouvant être réparés. Ils doivent être remplacés par des éléments spécifiés par le constructeur.

9.2.14 Dispositifs de respiration

Les dispositifs de respiration doivent être entretenus afin de maintenir les propriétés de protection contre l'explosion de l'enveloppe conformément aux documents. Si ces documents ne sont pas disponibles, les dispositifs de respiration ne doivent être remplacés que par les éléments énumérés dans les documents du certificat. Si les dispositifs de respiration comportent un certificat de composant "Ex", seule une pièce dûment certifiée et dimensionnée peut être utilisée.

9.3 Remise en état

9.3.1 Généralités

Les remises en état utilisant les techniques spécifiées en 4.4.2.4 peuvent être utilisées avec le mode de protection "n" sous réserve des restrictions suivantes de ce paragraphe.

9.3.2 Enveloppes

Si des dommages peu importants aux enveloppes, boîtes à bornes et couvercles doivent être réparés par soudage ou suture métallique, on doit prendre soin de s'assurer que l'intégrité de l'appareil n'est pas significativement diminuée au point d'altérer le mode de protection, et notamment qu'il continue à satisfaire à l'essai de choc mécanique et conserve le degré de protection contre la pénétration.

9.3.3 Joints

Lorsque les surfaces de joints endommagées ou corrodées doivent être usinées, la résistance mécanique et la fonction de l'élément ne doivent pas être affaiblies, ni le degré de protection affecté.

Les joints à emboîtement sont normalement prévus pour réaliser une mise en place avec un ajustement serré. L'usinage de la partie mâle nécessite donc un apport de métal à la partie femelle et son usinage (ou réciproquement) pour maintenir la précision de la mise en place du joint. Lorsqu'une partie seulement est endommagée, elle peut être remise à la dimension d'origine par apport de métal et usinage. Cet apport doit être réalisé par dépôt électrolytique, chemisage ou soudage, mais les techniques de métallisation qui ont une force d'arrachement inférieure à 40 MPa ne sont pas recommandées.

9.3.4 Arbres et logements

La remise en état des arbres et des logements de roulements peut être faite, de préférence par des techniques de métallisation ou chemisage. Le soudage peut convenir à condition de tenir compte des limites de cette technique (voir 4.4.2.2.9).

9.3.5 Paliers lisses

Les surfaces des paliers lisses peuvent être remises en état par dépôt électrolytique ou métallisation ou soudage (à l'exception de la technique MMA).

9.3.6 Rotors et stators

Si des rotors et des stators doivent être rectifiés pour supprimer des décentremments et des dommages superficiels, l'augmentation résultante de l'entrefer entre le rotor et le stator peut générer des températures de surface externe plus élevées, ce qui pourrait alors conduire à dépasser la classe de température de la machine. S'il existe des incertitudes concernant les

effets néfastes possibles sur la classe de température, le réparateur doit demander des conseils, de préférence au constructeur, avant d'adopter ce procédé.

Les circuits magnétiques des stators rectifiés ou endommagés doivent être soumis à un "essai de flux" afin de s'assurer qu'il ne subsiste pas de points chauds pouvant influencer de façon néfaste sur la classification en température ou entraîner des dommages ultérieurs aux enroulements statoriques.

9.4 Transformations et modifications

9.4.1 Enveloppes

Les enveloppes peuvent être modifiées à condition que la classe de température, le degré de protection contre la pénétration et les exigences de l'essai de choc mécanique, spécifiés dans la norme applicable, soient respectés.

9.4.2 Entrées de câbles et de conduits

On doit veiller à s'assurer que le mode et le degré de protection contre la pénétration spécifiés sont maintenus.

9.4.3 Bornes de raccordement

Les bornes ne doivent être modifiées que si la conformité à la norme de l'appareil est respectée.

9.4.4 Enroulements

Il est autorisé de rebobiner un appareil pour une autre tension après en avoir référé au constructeur, à condition, par exemple, que la saturation magnétique, les densités de courant et les pertes ne soient pas augmentées, que les nouvelles distances dans l'air et lignes de fuite soient conformes et que la nouvelle tension reste dans les limites des documents du certificat. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

Le rebobinage d'une machine tournante pour une vitesse différente n'est pas autorisé sans avoir pris l'avis du constructeur, parce que les caractéristiques électriques et thermiques peuvent se trouver modifiées au point de sortir des limites des documents du certificat.

9.4.5 Appareil auxiliaire

Dans le cas où un équipement auxiliaire serait nécessaire, par exemple des radiateurs anti-condensation ou des détecteurs de température, le constructeur doit être consulté sur la possibilité de la modification proposée et le procédé à mettre en œuvre.

10 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision d'un appareil conformément à l'IEC 60079-26

Aucune réparation ou révision ne doit être effectuée sans la disponibilité d'informations du constructeur. En plus de la conformité aux exigences de l'IEC 60079-26, les exigences applicables des Articles 5 à 8 de la présente norme s'appliquent.

Si les documents du certificat ne sont pas disponibles, l'appareil doit être soumis à de nouveaux essais conformément à la norme de l'appareil appropriée.

11 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection Groupe III "t" (précédemment connu sous l'appellation "tD" ou DIP)

11.1 Application

Le présent article contient des exigences détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification des appareils avec le mode de protection Groupe III "t" (précédemment connu sous l'appellation "tD" ou DIP). Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives à l'appareil auxquelles on doit se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil Groupe III "t" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine.

NOTE La température la plus élevée, atteinte par toute partie de la surface d'un appareil électrique lorsqu'il est soumis à l'essai dans les conditions définies sans poussière ou avec couche de poussière, à la température ambiante maximale spécifiée (normalement 40 °C) est indiquée sur l'appareil comme valeur de température *T*. L'appareil soumis à la méthode A, avec le préfixe de zone A, a été vérifié par un essai de type dans les conditions définies sans poussière. L'appareil soumis à la méthode B, avec un préfixe de zone B, a été soumis à un essai de type sous les conditions définies avec poussière.

11.2 Réparation et révision

11.2.1 Enveloppes

Bien qu'il soit, en principe, préférable d'obtenir de nouvelles parties du constructeur, les parties endommagées peuvent être réparées ou remplacées à condition que le degré de protection contre la pénétration et la classe de température, spécifiés sur la plaque de certification, soient préservés.

NOTE Les caractéristiques spécifiques IP font partie intégrante du mode de protection Groupe III "t" (précédemment connu sous l'appellation "tD" ou DIP). Les performances des garnitures d'étanchéité et des joints sont critiques afin de maintenir ces caractéristiques IP; ils ont été soumis à un traitement spécial et à des essais, et il convient de ne les remplacer que par des garnitures d'étanchéité et des joints de matériaux identiques et de construction identique.

Si un contrôle visuel (par exemple pénétration de poussière ou d'eau) indique que l'efficacité des éléments de scellement de l'enveloppe a subi une détérioration ou un vieillissement, de tels éléments doivent être remplacés, de préférence en utilisant les pièces de rechange d'origine fournies par le constructeur de l'appareil ou des joints de qualité équivalente. Une attention particulière doit être apportée à la garantie des caractéristiques du matériau équivalent, telles que la méthode de rétention, la continuité périphérique, la dureté au duromètre, le pourcentage de recouvrement, etc.

S'il y a le moindre signe de dépassement de la température spécifiée ou, en cas de doute, des mesures réelles doivent être prises, conformément au mode ou aux modes de protection de l'appareil considéré. Si nécessaire, des parties actives, telles que les enroulements, les noyaux, les systèmes de refroidissement, doivent être remplacées par les pièces détachées du constructeur et/ou sur avis.

Un degré de protection plus sévère que celui spécifié par la norme de l'appareil peut avoir été respecté pour tenir compte des conditions d'environnement, auquel cas la réparation ne doit pas compromettre un tel degré de protection plus élevé.

Une attention particulière est attirée sur les exigences relatives à l'essai de choc mécanique pour toutes les parties de l'enveloppe, telles qu'elles sont précisées par la norme de l'appareil.

Une distance adéquate doit être maintenue entre les parties fixes et les parties en rotation conformément à la norme de l'appareil.

L'attention est attirée sur les effets que les finitions des surfaces, la peinture, etc. ont sur la classe de température des enveloppes. Il convient que seules les finitions spécifiées par le constructeur soient appliquées.

Les matériaux en plastique pour les enveloppes, les parties des enveloppes ou les parties du système de ventilation externe des machines électriques tournantes sont conçus pour éviter le danger d'inflammation dû à la propagation des décharges en aigrette. Les pièces détachées, en plus de la conformité dimensionnelle, doivent avoir les propriétés de décharge électrostatique telles que spécifiées dans l'IEC 61241-0.

11.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées doivent conserver au minimum un degré de protection IP5X ou IP6X, suivant le cas, conformément aux exigences de l'IEC 60529.

11.2.3 Bornes de raccordement

Un soin particulier doit être observé, lors de la réfection des compartiments des bornes, de maintenir les distances dans l'air et lignes de fuite, et la protection contre la pénétration, en conformité avec la norme de l'appareil. Lorsque des vis non métalliques sont utilisées pour la fixation, seules des vis de remplacement composées de matériaux identiques, doivent être utilisées.

Lorsque les bornes ne sont pas fixes, la méthode de raccordement, y compris l'isolation, doivent être conformes aux documents du certificat.

11.2.4 Isolation

Une classe d'isolation supérieure à celle d'origine ne permet pas un accroissement des caractéristiques assignées de l'appareil sans l'avis du constructeur.

11.2.5 Connexions internes

La section de toute connexion de remplacement ne doit pas être inférieure à celle des connexions montées à l'origine.

11.2.6 Enroulements

11.2.6.1 Généralités

Lors d'un rebobinage, il est essentiel que les spécifications de l'enroulement d'origine soient déterminées et que le nouvel enroulement soit conforme à celui d'origine. Si une isolation supérieure à celle d'origine est proposée, il n'est pas admis d'augmenter les caractéristiques assignées de l'enroulement sans avis du constructeur, sinon cela pourrait avoir une incidence défavorable sur la classe de température de l'appareil.

De préférence, il convient que les spécifications d'origine des enroulements soient obtenues du constructeur. Lorsque cela n'est pas possible les techniques du rebobinage conforme peuvent alors être utilisées, incluant la détermination des raccordements des enroulements, la dimension des conducteurs, le nombre de tours, le pas de bobinage, la saillie des enroulements, et peut inclure une détermination de la résistance des bobinages d'origine.

Il n'est pas recommandé de faire un remplacement partiel d'un enroulement, excepté sur les gros appareils où cela peut être fait, à moins qu'on n'ait pris l'avis du constructeur ou de l'autorité de certification.

11.2.6.2 Réparation des rotors des machines

Un rotor à barres défectueux doit être remplacé par un rotor neuf produit par le constructeur d'origine ou réparé en utilisant des matériaux de spécification identique. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des barres du rotor à cage, un bon ancrage de ces barres dans les encoches. Il convient de mettre en œuvre la méthode d'ancrage utilisée par le constructeur.

Un rotor à cage moulé sous pression défectueux doit être remplacé par un rotor neuf, produit par le constructeur d'origine.

Si le constructeur d'origine ne peut plus fournir de rotor de remplacement, il est possible de réaliser un nouvel enroulement de rotor avec des caractéristiques identiques à l'original.

NOTE Des caractéristiques identiques impliquent des matériaux et des caractéristiques dimensionnelles de la bague de court-circuit et des dispositifs d'assistance à la ventilation.

Les dommages à la surface externe de la bague de court-circuit d'un rotor moulé sous pression, y compris les dispositifs d'assistance à la ventilation, peuvent être réparés.

11.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

11.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle et après remontage de l'appareil, les enroulements doivent être soumis aux vérifications et essais suivants, dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre:

- a) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Il convient que la résistance de l'enroulement de remplacement ne diffère pas de la résistance de l'enroulement d'origine de plus de 5 %. Dans le cas d'enroulements polyphasés, les résistances de chaque phase ou entre bornes doivent être équilibrées. Un déséquilibre (c'est-à-dire une différence entre les valeurs les plus hautes et les plus basses) doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE 1 Si la résistance de l'enroulement réparé diffère de plus de 5 % de celle de l'enroulement d'origine, des essais thermiques supplémentaires peuvent être requis afin de confirmer que la classe d'isolation et la classe de température annoncées sont toujours conformes.

NOTE 2 Au cas où la résistance de l'enroulement ne serait pas équilibrée, il conviendrait de faire vérifier par une personne compétente que ce moteur particulier convient bien à l'application prévue.

- b) Un essai de résistance d'isolement doit être fait en mesurant la résistance entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la terre. Une tension d'essai minimale de 500 V en courant continu est recommandée.

La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type d'appareil et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.

NOTE Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 M Ω à 20 °C, pour un appareil entièrement rebobiné, prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.

- c) Un essai diélectrique conforme à la norme applicable de l'appareil doit être effectué entre les enroulements et la terre, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rapportent.
- d) Le transformateur ou appareil analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. Il convient que la valeur mesurée soit comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; dans la mesure du raisonnable, elles doivent être équilibrées entre toutes les phases, pour les installations polyphasées.
- e) Les appareils à haute tension (par exemple, 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) et autre appareil spécial peuvent nécessiter des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

11.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent raisonnablement être mis en œuvre.

- a) La machine doit être mise en marche à la vitesse assignée et à la tension assignée pour vérifier la température des paliers, le bruit ou les vibrations et les valeurs de courant à vide. On doit rechercher et éliminer la cause de toute augmentation de température de palier préjudiciable, de tout bruit anormal et/ou vibration anormale. Le déséquilibre du courant à vide doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE Lorsque la vitesse assignée est une plage de valeurs, il convient de faire l'essai à la vitesse la plus élevée possible de cette plage.

- b) Le rotor étant calé, les enroulements statoriques des machines à cage doivent être alimentés sous une tension réduite, de manière à obtenir entre 75 % et 125 % du courant à pleine charge et de s'assurer de l'équilibre des phases. (Cet essai, qui est en quelque sorte une variante de l'essai à pleine charge, est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses connexions et à détecter des défauts rotoriques). Le déséquilibre doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.

NOTE Dans le cas où cet essai ne serait pas raisonnablement réalisable, il conviendrait d'utiliser d'autres moyens de vérification.

- c) Les machines à haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ou sans cage peuvent nécessiter une variante des essais, ou des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE Des conseils relatifs aux tensions d'essai et aux essais supplémentaires pour les machines tournantes sont donnés par l'IEC 60034 ou bien des recommandations du constructeur peuvent être obtenues pour des circonstances particulières.

11.2.6.4 Capteurs de température

11.2.6.4.1 Enroulements réparés

Si des capteurs de température enfouis ont été inclus pour surveiller les températures d'enroulement, il est recommandé que les éléments de remplacement aient les mêmes caractéristiques que les capteurs d'origine et qu'ils soient noyés dans l'enroulement réparé avant imprégnation et cuisson.

11.2.6.4.2 Révision

Il est recommandé de vérifier les capteurs de température et en cas de défectuosité de les remplacer à l'occasion de toute révision. Si le remplacement est exigé, les capteurs de température doivent être tels que spécifiés dans les documents préparés conformément à l'IEC 60079-0, et doivent être installés comme cela est stipulé dans ces documents. Le remplacement des capteurs de température enfouis défectueux lors d'une révision, exigés par les documents du certificat, nécessitera un rebobinage du stator.

NOTE Si les documents ne sont pas disponibles ou si des capteurs de température identiques ne sont pas disponibles, il convient que la personne responsable évalue et documente l'acceptabilité du remplacement.

11.2.7 Parties transparentes ou translucides

Les parties transparentes ou translucides en matière plastique ne doivent pas être nettoyées avec des solvants. Des détergents de ménage peuvent être utilisés.

11.2.8 Batteries

Lorsque les batteries sont usées, on doit se référer aux instructions du fabricant avant l'exécution de n'importe quelle réparation ou remplacement.

11.2.9 Lampes

Le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée.

11.2.10 Douilles

Les éléments de remplacement listés par le constructeur doivent être utilisés, s'ils sont disponibles. Si ces éléments ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil aux normes relatives au mode ou aux modes de protection considérés.

NOTE Il convient que la position du réflecteur, s'il y a en, ou la distance entre la lampe et le verre soient maintenues.

11.2.11 Ballasts

Les inductances et les condensateurs ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur, s'ils sont disponibles. Si ces composants ne sont plus disponibles, un élément équivalent peut être utilisé; il doit être vérifié par une personne compétente en matière de conformité de l'appareil ou des composants remplacés et aux type(s) de protection standard.

11.2.12 Dispositifs de respiration

Les dispositifs de respiration ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur. En variante, une pièce dûment certifiée et dimensionnée peut être utilisée.

NOTE Le terme "dûment certifié" inclut le mode de protection, le groupe de gaz et les caractéristiques de protection contre les pénétrations (si applicable).

11.3 Remise en état

Les remises en état utilisant les techniques spécifiées en 4.4.2.4 peuvent être utilisées avec le mode de protection "t" sous réserve des restrictions suivantes de ce paragraphe.

11.3.1 Enveloppes

Si des dommages peu importants aux enveloppes, boîtes à bornes et couvercles doivent être réparés par soudage ou suture métallique, on doit prendre soin de s'assurer que l'intégrité de l'appareil n'est pas significativement diminuée au point d'altérer le mode de protection, et notamment qu'il continue à satisfaire à l'essai de choc mécanique et conserve le degré de protection contre la pénétration.

11.3.2 Joints

Lorsque les surfaces de joints endommagées ou corrodées doivent être usinées, la résistance mécanique et la fonction de l'élément ne doivent pas être affaiblies ni le degré de protection affecté.

Les joints à emboîtement sont normalement prévus pour réaliser une mise en place avec un ajustement serré. L'usinage de la partie mâle nécessite donc un apport de métal à la partie femelle et son usinage (ou réciproquement) pour maintenir la précision de la mise en place du joint. Lorsqu'une partie seulement est endommagée, elle peut être remise à la dimension d'origine par apport de métal et usinage. Cet apport doit être réalisé par dépôt électrolytique, chemisage ou soudage, mais les techniques de métallisation qui ont une force d'arrachement inférieure à 40 MPa ne sont pas recommandées.

11.3.3 Arbres et logements

La remise en état des arbres et des logements de roulements peut être faite, de préférence par des techniques de métallisation ou chemisage. Le soudage (à l'exception de MMA) peut convenir à condition de tenir compte des limites de cette technique (voir 4.4.2.2.9).

11.3.4 Paliers lisses

Les surfaces des paliers lisses peuvent être remises en état par dépôt électrolytique ou métallisation ou soudage (à l'exception de la technique MMA).

11.3.5 Rotors et stators

Si des rotors et des stators doivent être rectifiés pour supprimer des décentremments et des dommages superficiels, l'augmentation résultante de l'entrefer entre le rotor et le stator peut générer une modification des températures de surface externe, ce qui pourrait alors conduire à dépasser la classe de température de la machine. S'il existe des incertitudes concernant les effets néfastes possibles sur la classe de température, le réparateur doit demander des conseils, de préférence au constructeur, avant d'adopter ce procédé.

Les circuits magnétiques des stators rectifiés ou endommagés doivent être soumis à un "essai de flux" afin de s'assurer qu'il ne subsiste pas de points chauds pouvant influencer de façon néfaste sur la classification en température ou entraîner des dommages ultérieurs aux enroulements statoriques.

11.4 Transformations et modifications

11.4.1 Enveloppes

Les enveloppes peuvent être modifiées à condition que la classe de température, le degré de protection contre la pénétration et les exigences de l'essai de choc mécanique, spécifiés dans la norme applicable, soient respectés.

11.4.2 Entrées de câbles et de conduits

On doit veiller à s'assurer que le mode et le degré de protection contre la pénétration spécifiés sont maintenus.

11.4.3 Enroulements

Il est autorisé de rebobiner un appareil pour une autre tension après en avoir référé au constructeur, à condition, par exemple, que la saturation magnétique, les densités de courant et les pertes ne soient pas augmentées, que les nouvelles distances dans l'air et lignes de fuite soient conformes et que la nouvelle tension reste dans les limites des documents du certificat. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

Le rebobinage d'une machine tournante pour une vitesse différente n'est pas autorisé sans avoir pris l'avis du constructeur parce que les caractéristiques électriques et thermiques peuvent se trouver modifiées au point de sortir des limites des documents du certificat.

11.4.4 Appareil auxiliaire

Dans le cas où un équipement auxiliaire est nécessaire, par exemple des radiateurs anti-condensation ou des détecteurs de température, le constructeur doit être consulté sur la possibilité de la modification proposée et le procédé à mettre en œuvre.

12 Exigences additionnelles pour la réparation et la révision des appareils avec le mode de protection "pD"

12.1 Application

Le présent article contient des exigences détaillées supplémentaires pour la réparation, la révision, la remise en état, la transformation et la modification des appareils dotés du mode de protection "pD". Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux exigences générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives à l'appareil auxquelles on doit se référer lors de la réparation et de la révision de l'appareil "pD" sont celles selon lesquelles l'appareil a été construit à l'origine.

L'appareil utilisé à l'intérieur des enveloppes, qui est certifié conforme aux exigences de l'IEC 61241-4 "pD", est généralement non spécifié par rapport à cette norme. Des changements peuvent par conséquent être réalisés pour cet appareil inclus, sans invalider le certificat. Cependant, des restrictions d'ordre général existent telles que les performances électriques et la température qui sont prises en considération si des modifications internes à l'appareil sont apportées.

NOTE Le balayage n'est pas autorisé avec le mode de protection "pD", contrairement à ce qui est le cas pour le mode de protection "p". Le nettoyage interne des enveloppes est nécessaire avant que la connexion électrique ne puisse être effectuée selon l'IEC 61241-4.

12.2 Réparation et révision

Les exigences pour la réparation et la révision sont identiques à celles de la protection "p" comme cela est spécifié à l'Article 7.

12.3 Remise en état

Les exigences pour la remise en état sont identiques à celles de la protection "p" comme cela est spécifié à l'Article 7.

12.4 Modifications

Les exigences pour les modifications sont identiques à celles de la protection "p", comme cela est spécifié à l'Article 7.

Annexe A (normative)

Identification de l'appareil réparé par un marquage

A.1 Information relative au marquage

L'appareil réparé et révisé doit être marqué sur sa partie principale en un endroit bien visible. Ce marquage doit être bien lisible et durable, en tenant compte de toutes les conditions environnementales applicables. Le marquage doit comprendre:

- le symbole approprié (voir l'Article A.2 ci-dessous);
- le numéro de la norme "IEC 60079-19" ou l'équivalent national;
- le nom du réparateur ou sa marque déposée et la certification de l'atelier de réparation, le cas échéant;
- le numéro de référence du réparateur, relatif à la réparation;
- la date de la révision ou de la réparation.

Le marquage peut être sur une plaque fixée à demeure sur l'appareil réparé.

Dans l'éventualité de réparations ultérieures, la plaque précédente doit être retirée et un enregistrement doit être fait de tous les marquages des réparations/révisions qu'elle portait.

Si la plaque précédente a été retirée et qu'elle portait le symbole triangulaire présenté en A.2.2, il convient d'utiliser le même symbole triangulaire sur les plaques suivantes, sauf si le réparateur restaure l'appareil dans son ensemble en conformité totale avec les documents du certificat.

Tout marquage relatif à la protection contre l'explosion doit être retiré de l'appareil qui, après réparation et révision, n'est conforme ni aux documents du certificat ni à la norme ou aux normes se rapportant au mode de protection contre l'explosion, avec l'accord du constructeur.

NOTE Il convient de vérifier les plaques de certification existantes pour s'assurer qu'elles sont bien apposées et lisibles.

A.2 Symboles

A.2.1 Conformes aux documents du certificat et/ou aux spécifications du constructeur

Cette marque ne doit être utilisée que si la réparation ou la remise en état est conforme à la présente norme et que le réparateur a suffisamment de preuves de la conformité totale avec les documents du certificat et/ou les spécifications du constructeur.



A.2.2 Conformes aux normes relatives aux modes de protection, mais non aux documents du certificat

Cette marque sera utilisée quand:

- a) l'appareil est modifié pendant la réparation ou la remise en état, de sorte qu'il est toujours conforme aux restrictions imposées par la présente norme et aux normes sur la protection contre l'explosion suivant lesquelles il a été fabriqué, mais le réparateur n'a pas suffisamment de preuves de la conformité totale avec les documents du certificat; ou

- b) les normes utilisées pour la fabrication de l'appareil ne sont pas connues, mais les exigences de la présente norme et l'édition en vigueur des normes sur la protection contre l'explosion correspondantes ont été appliquées, mais le réparateur n'a pas suffisamment de preuves de la conformité totale avec les documents du certificat. Une évaluation par une personne compétente dans le domaine des appareils protégés contre l'explosion a été réalisée pour vérifier la conformité de l'appareil avec le niveau de sécurité correspondant avant sa livraison par le réparateur.

Il convient de ne pas retirer les plaques de certification dans ces situations.



NOTE Ces marquages sont nécessaires dans l'intérêt des réparateurs ultérieurs et seule la différence entre les marquages identifie la méthode de conformité.

A.2.3 Autres situations

Il convient de retirer ou de modifier la plaque apposée par le constructeur d'origine de l'appareil, qui, après réparation ou remise en état, ne satisfait pas à A.2.1 ou à A.2.2, de façon à indiquer clairement qu'il n'est pas conforme aux documents du certificat, tant qu'un certificat complémentaire n'a pas été obtenu pour couvrir la réparation ou la révision.

Si l'appareil est retourné à son propriétaire avant l'obtention d'un certificat complémentaire, il convient que l'enregistrement décrit en 4.4.1.5 indique que l'appareil n'est pas dans des conditions de bon fonctionnement et n'est pas à utiliser dans une atmosphère explosive.

Annexe B (normative)

Connaissances, compétences et autorités des "personnes responsables" et des "opérateurs"

B.1 Domaine d'application

La présente annexe spécifie les connaissances aptitudes et compétences des personnes auxquelles on se réfère dans la présente norme.

B.2 Connaissances et aptitudes

B.2.1 Personnes responsables

Les "personnes responsables" qui sont responsables pour les processus impliqués dans la révision, la réparation et la remise en état de modes spécifiques de protection contre l'explosion des appareils protégés contre l'explosion doivent posséder au moins les connaissances et aptitudes suivantes:

- a) une compréhension générale de l'ingénierie électrique et mécanique correspondante au niveau de l'artisan ou au-dessus;
- b) une compréhension pratique des principes et techniques de protection contre l'explosion;
- c) une compréhension et une capacité à lire et à évaluer les plans d'ingénierie;
- d) être familier avec les fonctions de mesure, y compris à la métrologie pratique, pour mesurer les quantités connues;
- e) une connaissance du travail et une compréhension des normes correspondantes dans le domaine de la protection contre l'explosion;
- f) une connaissance de base de l'assurance de qualité, y compris les principes de traçabilité des mesures et de l'étalonnage des instruments.

Ces personnes doivent s'impliquer dans la révision, la réparation et la remise en état dans les domaines de compétence nommés, mais ne pas s'engager dans des modifications de l'appareil protégé contre l'explosion sans les conseils d'experts.

B.2.2 Opérateurs

Pour réaliser les actions qui leur sont confiées, les opérateurs doivent posséder:

- a) une compréhension des principes généraux des modes de protection et du marquage;
- b) une compréhension des aspects de la conception de l'équipement relatifs à la protection;
- c) une compréhension des examens et des essais, tels qu'ils sont indiqués dans les parties correspondantes de la présente norme;
- d) une capacité à identifier les pièces de rechange et les composants autorisés par le constructeur;
- e) être familier avec les techniques particulières à utiliser pour les réparations auxquelles se réfère la présente norme.

B.3 Compétences

B.3.1 Généralités

La compétence doit s'appliquer à toutes les techniques de protection contre l'explosion pour lesquelles la personne est impliquée. Par exemple: il est possible qu'une personne soit compétente uniquement dans les domaines de la réparation et de la révision des moteurs Ex "d" et ne soit pas entièrement compétente pour la réparation des appareillages de connexion Ex "d" ou des moteurs Ex "e". Dans ce cas, la gestion de l'atelier de réparation doit le définir dans son système de documentation.

B.3.2 Personnes responsables

Les personnes responsables doivent être capables de démontrer leurs compétences et de fournir les preuves de leur connaissance et de leur aptitude, suivant les exigences spécifiées en B.2.1, correspondant aux modes de protection et/ou aux types de l'appareil impliqués.

B.3.3 Opérateurs

Les opérateurs doivent être capables de démontrer leurs compétences et de fournir les preuves de leur connaissance et de leur aptitude, suivant les exigences spécifiées en B.2.2, correspondant aux modes de protection et/ou aux types de l'appareil concernés.

Ils doivent également être capables de démontrer leur autorité en matière:

- d'utilisation et disponibilité des documents spécifiés en 4.4.1.5.1;
- de production de rapports de travail à l'utilisateur comme spécifié en 4.4.1.5.2;
- d'utilisation et production des enregistrements de l'atelier de réparation comme spécifié en 4.4.1.5.3.

B.4 Evaluation

La compétence des personnes responsables et des opérateurs doit être vérifiée et attribuée, à intervalles réguliers, conformément à 4.4.1.3, sur la base de preuves suffisantes que la personne:

- a) a les compétences nécessaires requises pour le domaine d'application du travail;
- b) peut agir de façon compétente entre les niveaux d'activité spécifiés; et
- c) a la connaissance correspondante et la compréhension du fondement de sa compétence.

Annexe C (normative)

Exigences pour les mesures des appareils antidéflagrants pendant la révision, la réparation et la remise en état (y compris un guide sur les tolérances)

C.1 Généralités

Il a été montré qu'en certaines occasions des appareils ayant réussi l'essai de transmission de flamme Ex d, avec les interstices portés au maximum spécifié par le constructeur, échouent à l'essai lorsqu'ils sont portés aux plus grands interstices autorisés par la norme Ex d. Ces appareils n'ayant pas nécessairement été marqués avec un "X" sur le certificat, il n'y a aucun moyen de savoir si l'appareil peut être réparé en toute sécurité aux valeurs permises par la norme ou s'il faut le réparer aux plus petites valeurs d'interstices spécifiées par le constructeur. Par conséquent, en l'absence de plans montrant les interstices utilisés par le constructeur, les réparateurs doivent utiliser les valeurs guides données par le Tableau C.1.

NOTE La Figure C.1 est équivalente au Tableau C.1.

Tableau C.1 – Détermination de l'interstice maximal des parties remises en état

Réf.	Condition		Interstice maximal
1.	Les dimensions sont disponibles dans les documents du certificat.		Utiliser les valeurs spécifiées dans ces documents.
2.	La norme nationale originale ^a exige que l'interstice d'essai soit porté à la valeur de cette norme.		Utiliser les valeurs spécifiées dans la norme utilisée.
3.a)	La norme originale ou la politique de l'organisme de certification exige que le suffixe "X" soit marqué lorsque l'interstice d'essai est inférieur aux valeurs données dans la norme utilisée.	Le certificat a un suffixe "X".	Utiliser les valeurs spécifiées dans les "conditions d'utilisation" avec le certificat.
3.b)		Le certificat n'a pas de suffixe.	
4.	Dimensions correspondantes déterminées avec précision: <ul style="list-style-type: none"> – par les mesures de l'appareil dans les conditions "nouvelles"; ou – à partir d'un appareil identique non endommagé; ou – à partir de parties non endommagées de l'appareil; ou – à partir de parties partiellement endommagées de l'appareil. 		Utiliser les valeurs déterminées par les mesures.
5.	Autre méthode par laquelle les dimensions originales sont déterminées avec précision.		Utiliser les valeurs ainsi déterminées.
6.a)	Autres conditions ^{b,c,d}	Jointes cylindriques pour arbres de machines tournantes avec paliers à roulements.	Utiliser 80 % de la valeur spécifiée dans l'édition en cours de l'IEC 60079-1.
6.b)		Autres joints	40 % de la valeur appropriée dans l'édition courante de l'IEC 60079-1 est plus petite que l'interstice de construction crédible.
6.c)			40 % de la valeur appropriée dans l'édition courante de l'IEC 60079-1 est plus grande que l'interstice de construction crédible.
<p>^a La "norme originale" est l'édition de la norme à laquelle l'appareil est certifié conforme.</p> <p>^b L'interstice réduit (80 % ou 40 %) s'applique uniquement aux parties endommagées sujettes à remise en état.</p> <p>^c Lorsque l'interstice réduit contrevient aux exigences pour le jeu "k" radial minimal et/ou le jeu "m" radial maximal, le jeu requis doit être le plus petit répondant aux exigences de "k" et de "m".</p> <p>^d Les interstices endommagés sur l'appareil dans un environnement nécessitant un matériel de Groupe IIC ne peuvent pas être remis en état.</p>			

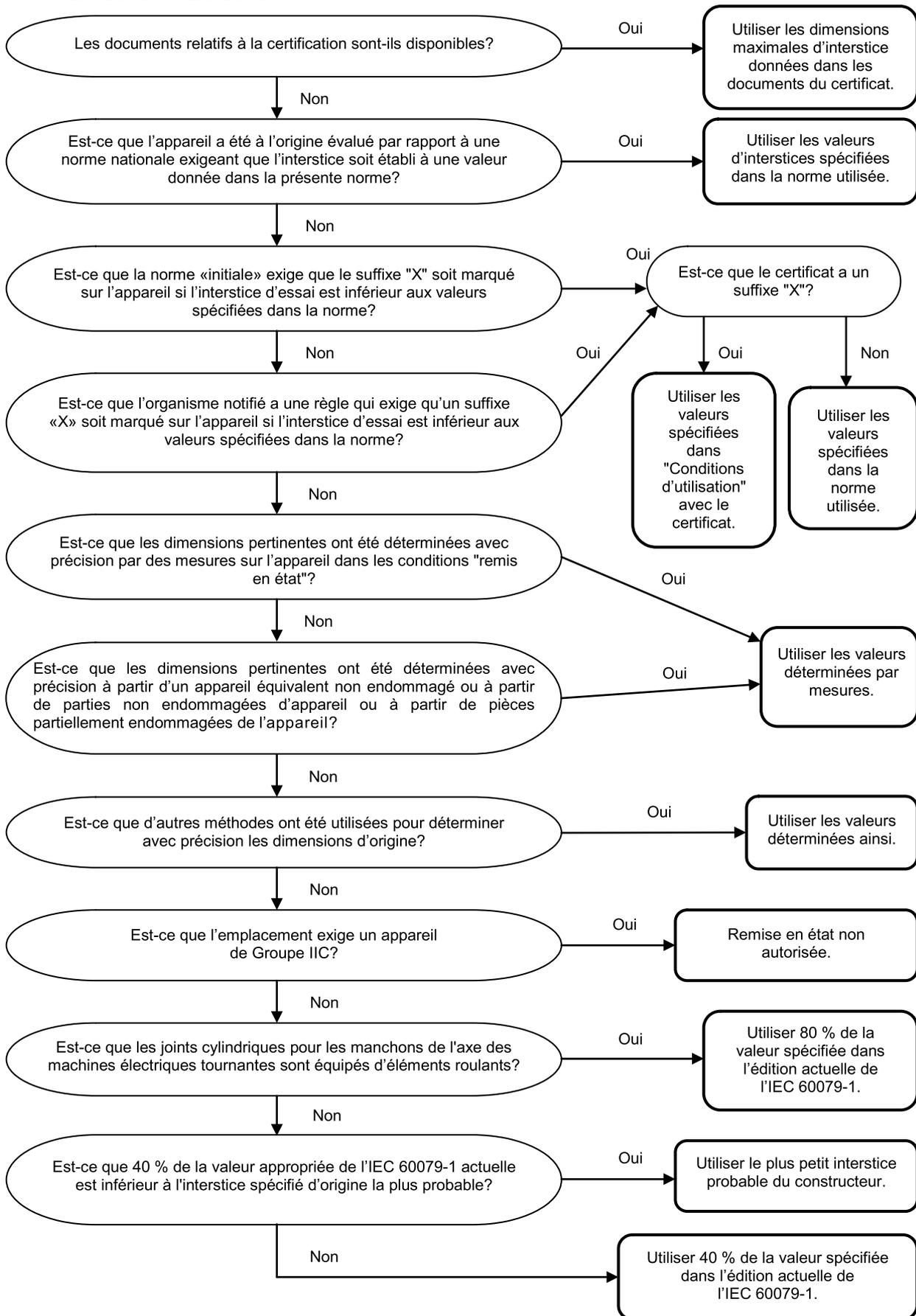


Figure C.1 – Détermination de l'interstice maximal des parties remises en état

Annexe D (informative)

Lors du rebobinage des moteurs électriques, il est important de maintenir le rendement d'origine de la machine pour prévenir une augmentation des pertes, ce qui peut affecter la classification en températures Ex.

Les informations relatives à l'effet du rebobinage sur le rendement des moteurs, ainsi que les lignes directrices relatives aux pratiques d'excellence au cours de la réparation et du rebobinage, figurent dans l'Étude ASA/AEMT portant sur le Rebobinage et intitulée:-

'The Effect of Repair/Rewind on Motor Efficiency'; publié par EASA & AEMT.

Cet ouvrage est téléchargeable gratuitement sur le site internet IECEx:

(<http://www.iecex.com/operational.htm>, Operating Document (Document d'exploitation) OD 301)

ou par le site web EASA:

(<http://www.easa.com/energy>)

Les lignes directrices relatives aux données dont aura besoin un atelier de service concernant l'enroulement statorique d'origine, pour réaliser un rebobinage conforme, figure dans l'IECEx ExTAG Decision Sheet (Feuille de Décision) 2013/006 (téléchargeable gratuitement sur le site internet IECEx:- http://www.iecex.com/extag_decisions.htm)

Bibliographie

IEC 60050-426, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 426: Appareil pour atmosphère explosive*

IEC 60034 (toutes parties), *Machines tournantes électriques*

IEC 60079-11, *Atmosphères explosives – Partie 11: Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque "i"*

IEC 60364 (all parts), *Installations électriques basse tension*

ISO 9000, *Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*

ISO 9001, *Systèmes de management de la qualité – Exigences*

ISO 17000, *Evaluation de la conformité – Vocabulaire et principes généraux*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch