IEC 60204-32

Edition 2.0 2008-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 32: Requirements for hoisting machines

Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 32: Exigences pour les appareils de levage

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.
Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:
Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:
Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

IEC 60204-32

Edition 2.0 2008-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 32: Requirements for hoisting machines

Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 32: Exigences pour les appareils de levage

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX XF

ICS 29.020; 53.020.01

ISBN 2-8318-9630-4

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CONTENTS

FOREWORD 9
INTRODUCTION 11

1 Scope 14
2 Normative references 15
3 Terms and definitions 18
4 General requirements 26
4.1 General considerations 26
4.2 Selection of equipment 27
4.2.1 General 27
4.2.2 Selection of power contactors 27
4.2.3 Electrical equipment in compliance with the IEC 60439 series 27
4.3 Electrical supply 27
4.3.1 General 27
4.3.2 AC supplies 27
4.3.3 DC supplies 28
4.3.4 On-board power supply 28
4.4 Physical environment and operating conditions 29
4.4.1 General 29
4.4.2 Electromagnetic compatibility (EMC) 29
4.4.3 Ambient air temperature 30
4.4.4 Humidity 30
4.4.5 Altitude 30
4.4.6 Contaminants 30
4.4.7 Ionizing and non-ionizing radiation 30
4.4.8 Vibration, shock, and bump 30
4.5 Transportation and storage 30
4.6 Provisions for handling 31
4.7 Installation 31
5 Incoming supply conductor terminations and devices for disconnecting and switching off 31
5.1 Incoming supply conductor terminations 31
5.2 Terminal for connection to the external protective earthing system 31
5.3 Supply disconnecting and switching devices 32
5.3.1 General 32
5.3.2 Type 32
5.3.3 Requirements 34
5.3.4 Operating means 34
5.3.5 Crane-supply-switch 34
5.3.6 Crane-disconnector 35
5.3.7 Crane-switch 36
5.3.8 Special circuits 37
5.4 Devices for switching off for prevention of unexpected start-up 37
5.5 Devices for disconnecting electrical equipment 38
5.6 Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken connection 39
6 Protection against electric shock 39
6.1 General 39

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

6.2 Protection against direct contact 39
6.2.1 General 39
6.2.2 Protection by enclosures 39
6.2.3 Protection by insulation of live parts 40
6.2.4 Protection against residual voltages 41
6.2.5 Protection by barriers 41
6.2.6 Protection by placing out of reach or protection by obstacles 41
6.3 Protection against indirect contact 41
6.3.1 General 41
6.3.2 Prevention of the occurrence of a touch voltage 42
6.3.3 Protection by automatic disconnection of supply 42
6.4 Protection by the use of PELV 43
6.4.1 General requirements 43
6.4.2 Sources for PELV 43
7 Protection of equipment 43
7.1 General 43
7.2 Overcurrent protection 44
7.2.1 General 44
7.2.2 Supply conductors 44
7.2.3 Power circuits 44
7.2.4 Control circuits 45
7.2.5 Socket outlets and their associated conductors 45
7.2.6 Lighting circuits 45
7.2.7 Transformers 45
7.2.8 Location of overcurrent protective devices 45
7.2.9 Overcurrent protective devices 45
7.2.10 Rating and setting of overcurrent protective devices 46
7.3 Protection of motors against overheating 46
7.3.1 General 46
7.3.2 Overload protection 47
7.3.3 Over-temperature protection 47
7.3.4 Current limiting protection 47
7.4 Abnormal temperature protection 47
7.5 Protection against supply interruption or voltage reduction and subsequent restoration 47
7.6 Motor overspeed protection 48
7.7 Earth fault/residual current protection 48
7.8 Phase-sequence protection 48
7.9 Protection against switching surges and lightning 48
8 Equipotential bonding 49
8.1 General 49
8.2 Protective bonding circuit 51
8.2.1 General 51
8.2.2 Protective conductors 51
8.2.3 Continuity of the protective bonding circuit 52
8.2.4 Exclusion of switching devices from the protective bonding circuit 52
8.2.5 Parts that need not be connected to the protective bonding circuit 53
8.2.6 Protective conductor connecting points 53

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8.2.7 Additional protective bonding requirements for electrical equipment having earth leakage currents higher than 10 mA a.c. or d.c. 53
8.3 Functional bonding 54
8.4 Measures to limit the effects of high leakage current 54
9 Control circuits and control functions 54
9.1 Control circuits 54
9.1.1 Control circuit supply 54
9.1.2 Control circuit voltages 54
9.1.3 Protection 55
9.2 Control functions 55
9.2.1 Start functions 55
9.2.2 Stop functions 55
9.2.3 Operating modes 55
9.2.4 Suspension of safeguarding 55
9.2.5 Operation 56
9.2.6 Other control functions 58
9.2.7 Cableless controls 59
9.3 Protective interlocks 61
9.3.1 Reclosing or resetting of an interlocking safeguard 61
9.3.2 Exceeding operating limits 61
9.3.3 Operation of auxiliary functions 62
9.3.4 Interlocks between different operations and for contrary motions 62
9.3.5 Reverse current braking 62
9.4 Control functions in the event of failure 62
9.4.1 General requirements 62
9.4.2 Measures to minimize risk in the event of failure 63
9.4.3 Protection against mal-operation due to earth faults, voltage interruptions, and loss of circuit continuity 64
9.4.4 Protection against mal-operation of a motion control system 66
10 Operator interface and hoisting machine mounted control devices 66
10.1 General 66
10.1.1 General device requirements 66
10.1.2 Location and mounting 66
10.1.3 Protection 67
10.1.4 Position sensors 67
10.1.5 Portable and pendant control stations 67
10.2 Push-buttons 67
10.2.1 Colours 67
10.2.2 Markings 68
10.3 Indicator lights and displays 69
10.3.1 General 69
10.3.2 Colours 69
10.3.3 Flashing lights and displays 70
10.4 Illuminated push-buttons 70
10.5 Rotary control devices 70
10.6 Start devices 70
10.7 Emergency stop devices 70
10.7.1 Location of emergency stop devices 70
10.7.2 Types of emergency stop device 71

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

10.7.3 Colour of actuators 71
10.7.4 Local operation of the crane-supply-switch and the crane-disconnector to effect emergency stop 71
10.8 Emergency switching-off devices 71
10.8.1 Location of emergency switching-off devices 71
10.8.2 Types of emergency switching off device 71
10.8.3 Colour of actuators 72
10.8.4 Local operation of the crane-supply-switch and the crane-disconnector to effect emergency switching off 72
10.9 Enabling control device 72
11 Controlgear: location, mounting, and enclosures 72
11.1 General requirements 72
11.2 Location and mounting 73
11.2.1 Accessibility and maintenance 73
11.2.2 Physical separation or grouping 73
11.2.3 Heating effects 74
11.3 Degrees of protection 74
11.4 Enclosures, doors and openings 74
11.5 Access to switchgear and to controlgear 75
11.5.1 General 75
11.5.2 Access to gangways 75
11.5.3 Gangways in front of switchgear and controlgear 76
11.5.4 Gangway and door restrictions 76
12 Conductors and cables 76
12.1 General requirements 76
12.2 Conductors 76
12.3 Insulation 77
12.4 Current-carrying capacity in normal service 78
12.5 Voltage drop 79
12.6 Flexible cables 80
12.6.1 General 80
12.6.2 Mechanical rating 80
12.6.3 Current-carrying capacity of cables wound on drums 80
12.7 Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies 81
12.7.1 Protection against direct contact 81
12.7.2 Protective conductor circuit 83
12.7.3 Protective conductor current collectors 83
12.7.4 Removable current collectors with a disconnector function 83
12.7.5 Clearances in air 83
12.7.6 Creepage distances 83
12.7.7 Conductor system sectioning 84
12.7.8 Construction and installation of conductor wire, conductor bar systems and slip-ring assemblies 84
13 Wiring practices 84
13.1 Connections and routing 84
13.1.1 General requirements 84
13.1.2 Conductor and cable runs 85
13.1.3 Conductors of different circuits 85
13.1.4 Connection between pick-up and pick-up converter of an inductive power supply system 85

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

13.2 Identification of conductors 86
13.2.1 General requirements 86
13.2.2 Identification of the protective conductor 86
13.2.3 Identification of the neutral conductor 86
13.2.4 Identification by colour 86
13.3 Wiring inside enclosures 87
13.4 Wiring outside enclosures 87
13.4.1 General requirements 87
13.4.2 External ducts 87
13.4.3 Connection to the hoisting machine and to moving elements on the hoisting machine 88
13.4.4 Interconnection of devices on the hoisting machine 89
13.4.5 Plug/socket combinations 89
13.4.6 Dismantling for shipment 90
13.4.7 Additional conductors 90
13.5 Ducts, connection boxes and other boxes 90
13.5.1 General requirements 90
13.5.2 Percentage fill of ducts 91
13.5.3 Rigid metal conduits and fittings 91
13.5.4 Flexible metal conduits and fittings 91
13.5.5 Flexible non-metallic conduits and fittings 91
13.5.6 Cable trunking systems 91
13.5.7 Hoisting machine compartments and cable trunking systems 92
13.5.8 Connection boxes and other boxes 92
13.5.9 Motor connection boxes 92
14 Electric motors and associated equipment 92
14.1 General requirements 92
14.2 Motor enclosures 92
14.3 Motor dimensions 92
14.4 Motor mounting and compartments 92
14.5 Criteria for motor selection 93
14.6 Protective devices for mechanical brakes 93
14.7 Electrically operated mechanical brakes 93
15 Accessories and lighting 94
15.1 Accessories 94
15.2 Local lighting on the hoisting machine and for the equipment 94
15.2.1 General 94
15.2.2 Supply 94
15.2.3 Protection 95
15.2.4 Fittings 95
16 Marking, warning signs and reference designations 95
16.1 General 95
16.2 Warning signs 95
16.2.1 Electric shock hazard 95
16.2.2 Hot surfaces hazard 95
16.3 Functional identification 96
16.4 Marking of equipment 96
16.5 Reference designations 96
17 Documentation 96

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

17.1 General 96
17.2 Information to be provided 97
17.3 Requirements applicable to all documentation 97
17.4 Installation documents 98
17.5 Overview diagrams and function diagrams 98
17.6 Circuit diagrams 99
17.7 Operating manual 99
17.8 Maintenance manual 99
17.9 Parts list 99
18 Verification 100
18.1 General 100
18.2 Verification of conditions for protection by automatic disconnection of supply 100
18.2.1 General 100
18.2.2 Test methods in TN-systems 100
18.2.3 Application of the test methods for TN-systems 101
18.3 Insulation resistance tests 103
18.4 Voltage tests 103
18.5 Protection against residual voltages 104
18.6 Functional tests 104
18.7 Retesting 104

Annex A (normative) Protection against indirect contact in TN-systems 105
Annex B (informative) Inquiry form for the electrical equipment of hoisting machines 109
Annex C (informative) Current-carrying capacity and overcurrent protection of conductors and cables in the electrical equipment of machines 112
Annex D (informative) Conductor selection for intermittent duty 117
Annex E (informative) Explanation of emergency operation functions 120
Annex F (informative) Comparison of typical conductor cross-sectional areas 121

Bibliography 123

Index 128

Figure 1 – Block diagram of combined working cranes in a typical material handling system in a seaport 12
Figure 2 – Block diagram of a typical crane and its associated electrical equipment 13
Figure 3 – Examples of electrical supply systems 33
Figure 4 – Example of equipotential bonding for electrical equipment of a hoisting machine 50
Figure 5 – Protection against mal-operation due to earth faults – Method a) 65
Figure 6 – Protection against mal-operation due to earth faults – Method b) 65
Figure 7 – Limits of arm's reach 82
Figure A.1 – Typical arrangement for fault loop impedance measurement 108
Figure C.1 – Methods of conductor and cable installation independent of number of conductors/cables 113
Figure C.2 – Parameters of conductors and protective devices 115

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Figure D.1 – Example of current and time of the segments of the operating cycle of a variable speed a.c. hoist drive 119

Table 1 – Minimum cross-sectional area of the external protective copper conductor 32
Table 2 – Colour-coding for push-button actuators and their meanings 68
Table 3 – Symbols for push-buttons 69
Table 4 – Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the hoisting machine 69
Table 5 – Minimum cross-sectional areas of copper conductors 77
Table 6 – Classification of conductors 77
Table 7 – Examples of current-carrying capacity (I_Z) of PVC-insulated copper conductors or cables under steady-state conditions in an ambient air temperature of +40 °C for different methods of installation 79
Table 8 – Derating factors for cables wound on drums 81
Table 9 – Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables 89
Table 10 – Application of the test methods for TN-systems 101
Table 11 – Examples of maximum cable length from each protective device to its load 102
Table A.1 – Maximum disconnecting times for TN systems 105
Table C.1 – Correction factors 112
Table C.2 – Derating factors from I_Z for grouping 114
Table C.3 – Derating factors from I_Z for multi-core cables up to 10 mm^2 114
Table C.4 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions 116
Table D.1 – Correction factor for 10 min cycle 118
Table D.2 – Thermal time constant of conductors 118
Table F.1 – Comparison of conductor sizes 121

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRICAL EQUIPMENT OF MACHINES –

Part 32: Requirements for hoisting machines

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) 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
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.

International Standard IEC 60204-32 has been prepared by IEC technical committee 44: Safety of machinery – Electrotechnical aspects.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1998 and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition.

a) Changes to IEC 60204-1, 5th edition (2005), have been incorporated, especially:
   – deletion of Clause 11 of the previous edition;
   – modification of the structure of equipotential bonding (Clause 8);
   – separation of control functions (Clause 9) and devices (Clause 10);
   – structure of technical documentation (Clause 17);
   – verification of protection by automatic disconnection of supply (18.2).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

b) Subclause 9.2.7 on cableless controls has been modified.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
44/574/FDIS	44/579/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

The following differences exist in some countries:

– 4.3.1: The voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems are given in EN 50160:1999, *Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems* (Europe);

– 7.2.3: Disconnection of the neutral conductor is mandatory in a TN-S system (France);

– 12.2, Table 5: Cross-sectional area is specified according to American Wire Gauge (AWG) (USA);

– 13.2.2: For the protective conductor, the colour identification GREEN (with or without YELLOW stripes) is used as equivalent to the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW (USA and Canada);

– 13.2.3: The colour identification WHITE or NATURAL GREY is used for earthed neutral conductors instead of the colour identification LIGHT BLUE (USA and Canada);

– 13.2.4: The colour YELLOW is used instead of ORANGE for that purpose (USA).

The list of all the parts of the IEC 60204 series, under the general title *Safety of machinery – Electrical equipment of machines*, can be found on the IEC web site.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTRODUCTION

This part of IEC 60204 provides requirements and recommendations relating to the electrical equipment of hoisting machines so as to promote

– safety of persons and property;

– consistency of control response;

– ease of maintenance.

High performance is not to be obtained at the expense of the essential factors mentioned above.

Figures 1 and 2 have been provided as an aid to understanding the interrelationship of the various elements of a hoisting machine and its associated equipment. Figure 1 is an overall block diagram of a typical material handling system (a group of cranes working together in a coordinated manner) and Figure 2 is a block diagram of a typical crane and associated equipment showing the various elements of the electrical equipment addressed in this standard.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

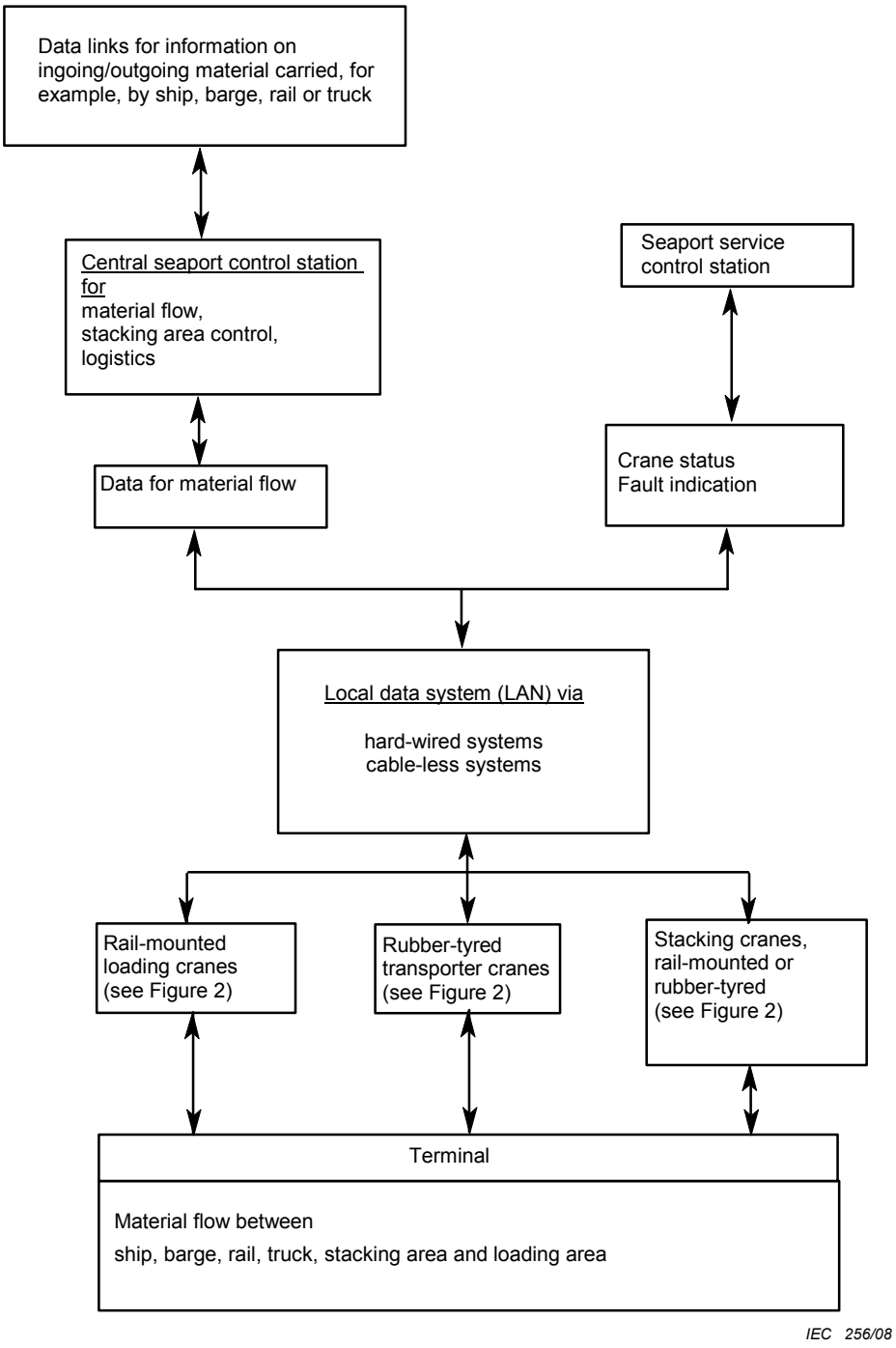


Figure 1 – Block diagram of combined working cranes in a typical material handling system in a seaport

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

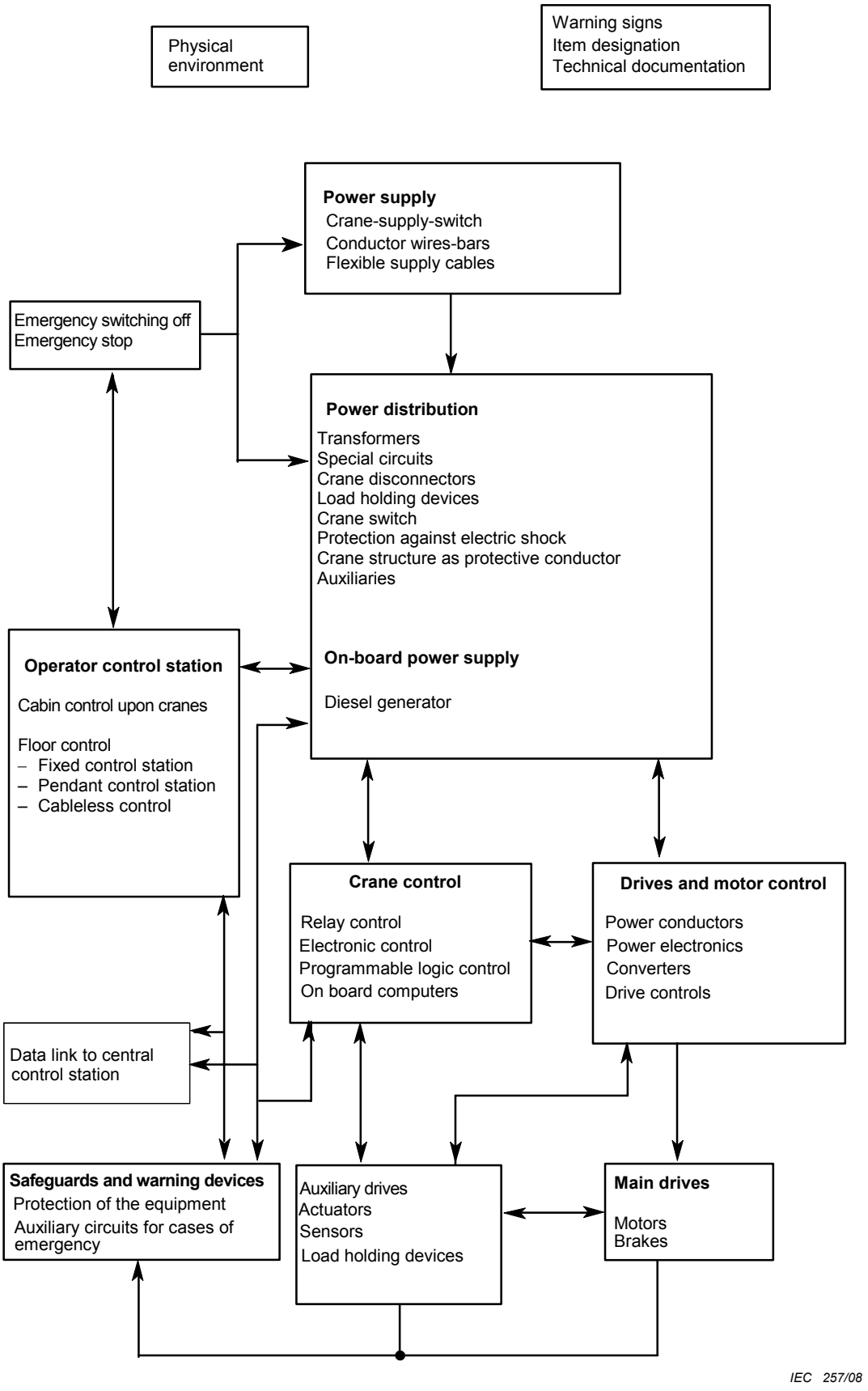


Figure 2 – Block diagram of a typical crane and its associated electrical equipment

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRICAL EQUIPMENT OF MACHINES –

Part 32: Requirements for hoisting machines

1 Scope

This part of IEC 60204 applies to the application of electrical and electronic equipment and systems to hoisting machines and related equipment.

NOTE 1 In this standard, the term “electrical” includes both electrical and electronic matters (i.e., “electrical equipment” means both the electrical and the electronic equipment).

NOTE 2 In the context of this standard, the term “person” refers to any individual and includes those persons who are assigned and instructed by the user or user’s agent(s) in the use and care of the hoisting machine in question.

The equipment covered by this standard commences at the point of connection of the supply to the electrical equipment of the hoisting machine (crane-supply-switch) including systems for power supply and control feeders situated outside of the hoisting machine, for example, flexible cables or conductor wires or conductor bars (see Figure 3).

NOTE 3 For the requirements for the electrical supply installation in buildings, see IEC 60364.

This standard is applicable to equipment or parts of equipment not exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. between lines and with nominal frequencies not exceeding 200 Hz.

NOTE 4 For higher voltages, see IEC 60204-11.

Additional and special requirements can apply to the electrical equipment of hoisting machines including those that

– are intended for use in open air (i.e., outside buildings or other protective structures);
– handle or transport potentially explosive material (for example, paint or sawdust);
– are intended for use in potentially explosive and/or flammable atmospheres;
– are intended for use in mines.

For the purposes of this standard, hoisting machines include cranes of all types, winches of all types, and storage and retrieval machines. The following product groups are included:

– overhead travelling cranes;
– mobile cranes;
– tower cranes;
– slewing luffing cranes;
– gantry cranes;
– offshore cranes;
– floating cranes;
– winches of all types;
– hoists and accessories;
– loader cranes;
– cable cranes;
– load holding devices;
– storage and retrieval machines;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– monorail hoists;
– straddle carriers;
– rubber tyred gantry cranes (RTGs).

This standard does not cover individual items of electrical equipment other than their selection for use and their erection.

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 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60034-11, *Rotating electrical machines – Part 11: Thermal protection*

IEC 60068-2-27:1987, *Basic environmental testing procedures – Part 2-27: Tests –Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-32:1975, *Basic environmental testing procedures – Part 2-32: Tests – Test Ed: Free fall*
Amendment 2 (1990)

IEC 60072-1, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1080*

IEC 60072-2, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 2: Frame numbers 355 to 1000 and flange numbers 1180 to 2360*

IEC 60073, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators*

IEC 60309-1, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60332 (all parts), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions*

IEC 60364-1, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-42:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects*

IEC 60364-4-43:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60364-5-52:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

IEC 60364-5-53:2002, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*

IEC 60364-5-54:2002, *Electrical installations of buildings – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors*

IEC 60364-6:2006, *Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60439-1:1999*, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*[1]
Amendment 1 (2004)

IEC 60445, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals and conductor terminations*

IEC 60446:1999, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colours or alphanumerics*

IEC 60447, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles*

IEC 60529:2001, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60664-1:2007, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60898 (all parts), *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-2:2006, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

IEC 60947-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors, and fuse-combination units*

IEC 60947-4-1:2000, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*
Amendment 1 (2002)[2]

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

IEC 61082-1:2006, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

---

1 There exists a consolidated edition 4.1 (2004) that includes edition 4 and its amendment.

2 There exists a consolidated edition 2.1 (2002) that includes edition 2 and its amendment.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

IEC 61180-2:1994*, High-voltage techniques for low-voltage equipment – Part 2: Test equipment*

IEC 61310 (all parts), *Safety of machinery – Indication, marking and actuation*

IEC 61346 (all parts), *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations*

IEC 61557-3, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 3: Loop impedance*

IEC 61558-1, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61558-2-6, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2-6: Particular requirements for safety isolating transformers for general use*

IEC 61800-5-2:2007, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-2: Safety requirements – Functional*

IEC 61984, *Connectors – Safety requirements and tests*

IEC 62023, *Structuring of technical information and documentation*

IEC 62027, *Preparation of parts lists*

IEC 62061, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

IEC 62079, *Preparation of instructions – Structuring, content and presentation*

ISO 7000:2004, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

ISO 12100-1*:Safety of machinery – Part 1: Basic terminology, methodology*

ISO 12100-2:2003, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 2: Technical principles*

ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

ISO 13849-2:2003, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation*

ISO 13850:2006, *Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design*

ISO 13851:2002, *Safety of machinery – Two-hand control devices – Functional aspects and design principles*

ISO 13852:1996, *Safety of machinery – Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1
actuator
part of a device to which an external manual action is to be applied

NOTE 1 The actuator may take the form of a handle, knob, push-button, roller, plunger, etc.

NOTE 2 There are some actuating means that do not require an external actuating force but only an action.

NOTE 3 Note the difference between actuator and machine actuator (3.44).

3.2
ambient temperature
temperature of the air or other medium where the equipment is to be used

3.3
(electrically) protective barrier
part providing protection against direct contact from any usual direction of access

[IEV 826-12-23]

3.4
cabin-controlled hoisting machine
hoisting machine operated from a cabin permanently attached to the hoisting machine

3.5
cable tray
cable support consisting of a continuous base with raised edges and no covering

NOTE A cable tray may be perforated or mesh.

[IEV 826-15-08]

3.6
cable trunking system
system of closed enclosures comprising a base with a removable cover intended for the complete surrounding of insulated conductors, cables, cords and for the accommodation of other electrical equipment

3.7
concurrent
acting in conjunction; used to describe a situation wherein two or more control devices exist in an actuated condition at the same time (but not necessarily synchronously)

3.8
conduit
part of a closed wiring system of generally circular cross-section for insulated conductors and/or cables in electrical or communication installations, allowing them to be drawn in and/or replaced

NOTE Conduits should be sufficiently closed-jointed so that the insulated conductors and/or cables can only be drawn in and not inserted laterally.

[IEV 826-15-03]

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.9
control circuit (of a hoisting machine)
circuit used for the control, including monitoring, of a hoisting machine and the electrical equipment

3.10
control device
device connected into the control circuit and used for controlling the operation of the hoisting machine (for example, position sensor, manual control switch, relay, magnetically operated valve, speed sensor)

3.11
controlgear
switching devices and their combination with associated control, measuring, protective, and regulating equipment, also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures, and supporting structures, intended in principle for the control of electrical energy consuming equipment

[IEV 441-11-03, modified]

3.12
controlled stop
stopping of a hoisting machine motion with electrical power to the machine actuators maintained during the stopping process

3.13
crane
machine for hoisting/lowering and horizontally relocating suspended loads

3.14
crane-disconnector
hand-operated disconnecting device installed on a hoisting machine for disconnecting (isolating) a supply circuit (for example, for repair or maintenance work)

3.15
crane-supply-switch
disconnecting (isolating) and switching device used to disconnect the hoisting machine from the incoming supply

3.16
crane-switch
switching device designed to break the electrical power supply to the connected drives (for example, for use in cases of emergency stop)

3.17
(continuous) current-carrying capacity
ampacity (US)
maximum value of electric current which can be carried continuously by a conductor or an apparatus, under specified conditions without its steady-state temperature exceeding a specified value

[IEV 826-11-13]

3.18
direct contact
electric contact of persons or animals with live parts

[IEV 826-12-03]

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.19
direct opening action (of a contact element)
achievement of contact separation as the direct result of a specified movement of the switch actuator through non-resilient members (for example, not dependent upon springs)

[IEC 60947-5-1, K.2.2]

3.20
disconnecting device
device which provides, in the open position, an isolating distance in accordance with specified requirements

3.21
duct
enclosed channel designed expressly for holding and protecting electrical conductors, cables, and busbars

NOTE Conduits (see 3.8), cable trunking systems (see 3.6) and underfloor channels are types of duct.

3.22
electrical operating area
room or location for electrical equipment to which access is intended to be restricted to skilled or instructed persons, by the opening of a door or the removal of a barrier without the use of a key or tool and which is clearly marked by appropriate warning signs

3.23
electronic equipment
part of the electrical equipment containing circuitry dependent for its operation on electronic devices and components

3.24
emergency stop device
manually actuated control device used to initiate an emergency stop function

[ISO 13850, 3.2]

NOTE See Annex E.

3.25
emergency switching-off device
manually actuated control device used to switch off the supply of electrical energy to all or a part of an installation where a risk of electric shock or another risk of electrical origin is involved

NOTE See Annex E.

3.26
enclosed electrical operating area
room or location for electrical equipment to which access is intended to be restricted to skilled or instructed persons by the opening of a door or the removal of a barrier by the use of a key or tool and which is clearly marked by appropriate warning signs

3.27
enclosure
part providing protection of equipment against certain external influences and, in any direction, protection against direct contact

NOTE The definition taken from the existing IEV needs the following explanations within the scope of this standard.

a) Enclosures provide protection of persons or livestock against access to hazardous parts.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

b) Barriers, shaped openings, or any other means suitable to prevent or limit the penetration of the specified test probes, whether attached to the enclosure or formed by the enclosed equipment, are considered as part of the enclosure, except where they can be removed without the use of a key or tool.

c) An enclosure may be

– a cabinet or box, either mounted on the hoisting machine or separate from the hoisting machine;

– a compartment consisting of an enclosed space within the hoisting machine structure (for example, box girder).

3.28
equipment
material, fittings, devices, components, appliances, fixtures, apparatus, and the like used as part of, or in connection with, the electrical equipment of hoisting machines

3.29
equipotential bonding
provision of electric connections between conductive parts, intended to achieve equipotentiality

[IEV 195-1-10]

3.30
exposed conductive part
conductive part of electrical equipment which can be touched and which is not normally live but which can become live under fault conditions

[IEV 826-12-10, modified]

3.31
extraneous conductive part
conductive part not forming part of the electrical installation and liable to introduce a potential, generally the earth potential of a local earth

[IEV 826-12-11]

3.32
failure
termination of the ability of an item to perform a required function

NOTE 1 After failure the item has a fault.

NOTE 2 "Failure" is an event, as distinguished from "fault", which is a state.

NOTE 3 This concept as defined does not apply to items consisting of software only.

[IEV 191-04-01]

NOTE 4 In practice the terms “fault” and “failure” are often used synonymously.

3.33
fault
state of an item characterized by inability to perform a required function, excluding the inability during preventive maintenance or other planned actions, or due to lack of external resources

NOTE 1 A fault is often the result of a failure of the item itself but may exist without prior failure.

NOTE 2 In English, the term “fault” and its definition are identical with those given in IEV 191-05-01. In the field of machinery, the French term “défaut” and the German term “Fehler” are used rather than the terms “panne” and “Fehlzustand” that appear with this definition.

3.34
functional bonding
equipotential bonding necessary for proper functioning of electrical equipment

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.35
guard
part of a hoisting machine specifically used to provide protection by means of a physical barrier. Depending on its construction, a guard may be called casing, cover, screen, door, enclosing guard, etc.

[ISO 12100-1, 3.25, modified]

3.36
hand-held direct-control device
manually operated switching device, the enclosure of which is portable by hand during operation, acting direct on a power circuit

3.37
hazard
potential source of physical injury or damage to health

NOTE 1 The term “hazard” can be qualified in order to define its origin (for example, mechanical hazard, electrical hazard) or the nature of the potential harm (for example, electric shock hazard, cutting hazard, toxic hazard, fire hazard).

NOTE 2 The hazard envisaged in this definition:

– either is permanently present during the intended use of the machine (for example, motion of hazardous moving elements, electric arc during a welding phase, unhealthy posture, noise emission, high temperature);

– or can appear unexpectedly (for example, explosion, crushing hazard as a consequence of an unintended/unexpected start-up, ejection as a consequence of a breakage, fall as a consequence of acceleration/deceleration).

[ISO 12100-1, 3.6, modified]

3.38
indirect contact
electric contact of persons or animals with exposed conductive parts which have become live under fault conditions

[IEV 826-12-04]

3.39
inductive power supply system
system of inductive power transfer, consisting of a track converter and a track conductor, along which one or more pick-up(s) and associated pick-up converter(s) can move, without any galvanic or mechanical contact, in order to transfer electrical power, for example, to a mobile hoisting machine

NOTE The track conductor and the pick-up are analogous to the primary and secondary of a transformer respectively.

3.40
(electrically) instructed person
person adequately advised or supervised by electrically skilled persons to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards which electricity can create

[IEV 826-18-02]

3.41
interlock (for safeguarding)
arrangement that interconnects guard(s) or device(s) with the control system and/or all or part of the electrical supply to the hoisting machine

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.42
limiting device
device which prevents a hoisting machine or a hoisting machine element from exceeding a designed limit (for example, space limit, pressure limit)

[ISO 12100-1, 3.26.8]

3.43 3.43
live part
conductor or conductive part intended to be energized in normal operation, including a neutral conductor, but by convention, not a PEN conductor or PEM conductor or PEL conductor

NOTE This concept does not necessarily imply a risk of electric shock.

[IEV 826-12-08]

3.44
machine actuator
power mechanism used to effect motion of the hoisting machine

3.45
machinery
machine
assembly of linked parts or components, at least one of which moves, with the appropriate machine actuators, control and power circuits, joined together for a specific application, in particular for the processing, treatment, moving or packaging of a material.

The term "machinery" also covers an assembly of machines which, in order to achieve the same end, are arranged and controlled so that they function as an integral whole

[ISO 12100-1, 3.1, modified]

NOTE The term "component" is used here in a general sense and does not refer only to electrical components.

3.46
manually controlled hoisting machine
hoisting machine with continuous direct manual control of the load and with the load continuously visible to the operator

3.47
marking
signs or inscriptions primarily for the purpose of identifying equipment, components and/or devices, which can include certain features thereof

3.48
neutral conductor
conductor electrically connected to the neutral point and capable of contributing to the distribution of electrical energy

[IEV 826-14-07]

3.49
obstacle
part preventing unintentional direct contact but not preventing direct contact by deliberate action

3.50
overcurrent
electric current exceeding the rated electric current

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

[IEV 826-11-14]

3.51
overload (of a circuit)
time/current relationship in a circuit which is in excess of the rated full load of the circuit when the circuit is not under a fault condition

NOTE 1 ”Overload” should not be used as a synonym for “overcurrent”.

NOTE 2 In hoisting machines, the term "overload" is also used for mechanical overload, which may or may not cause an electrical overload.

3.52
plug/socket combination
component and suitable mating component, appropriate to terminate conductors, intended for connection or disconnection of two or more conductors

NOTE Examples of plug/socket combination include

– connectors which conform to IEC 61984;
– a plug and socket-outlet, a cable coupler, or an appliance coupler in accordance with IEC 60309-1;
– a plug and socket-outlet in accordance with IEC 60884-1 or an appliance coupler in accordance with IEC 60320-1.

3.53
power circuit
circuit that supplies power from the supply network to units of equipment used for productive operation and to transformers supplying control circuits

3.54
protective bonding
equipotential bonding for protection against electric shock

NOTE Measures for protection against electric shock can also reduce the risk of burns or fire.

3.55
protective bonding circuit
protective conductors and conductive parts connected together to provide protection against electric shock in the event of insulation failure

3.56
protective conductor
conductor required for protective bonding by some measures for protection against electric shock for electrically connecting any of the following parts:

– exposed conductive parts;
– extraneous conductive parts;
– main earthing terminal (PE)

[IEV 826-13-22, modified]

3.57
redundancy
application of more than one device or system, or part of a device or system, with the objective of ensuring that in the event of one failing to perform its function, another is available to perform that function

3.58
reference designation
distinctive code which serves to identify an item in the documentation and on the equipment

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.59
risk
combination of the probability of occurrence of harm (i.e., physical injury or damage to health) and the severity of that harm

[ISO 12100-1, 3.11, modified]

3.60
safeguard
guard or protective device provided as a means to protect persons from a hazard

3.61
safeguarding
protective measure using safeguards to protect persons from the hazards which cannot reasonably be eliminated or from the risks which cannot be sufficiently reduced by inherently safe design measures

[ISO 12100-1, 3.20]

3.62
safety-related control function (safety-related control circuit)
control function (control circuit) of a hoisting machine that is intended to maintain the safe condition of the machine or prevent an immediate increase of the risk(s)

3.63
servicing level
level on which persons stand when operating or maintaining the electrical equipment

3.64
short-circuit current
overcurrent resulting from a short circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit

[IEV 441-11-07]

3.65
(electrically) skilled person
person with relevant education and experience to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards which electricity can create

[IEV 826-18-01]

3.66
supplier
entity (for example, manufacturer, contractor, installer, integrator) who provides equipment or services associated with the hoisting machine

NOTE The user organization may also act in the capacity of a supplier to itself.

3.67
switching device
device designed to make or break the current in one or more electric circuits

[IEV 441-14-01]

NOTE A switching device may perform one or both of these actions.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.68
terminal
part of an equipment or a component to which a conductor is attached, providing a re-usable connection

[IEV 442-06-05, modified]

3.69
uncontrolled stop
stopping of hoisting machine motion by removing electrical power to the machine actuators

NOTE This definition does not imply any particular state of other (for example, non-electrical) stopping devices, for example, mechanical or hydraulic brakes that are outside the scope of this standard.

3.70
user
entity which utilizes the hoisting machine and its associated electrical equipment

4 General requirements

4.1 General considerations

This standard is intended to apply to electrical equipment used with a wide variety of hoisting machines and with a group of hoisting machines working together in a coordinated manner.

The risks associated with the hazards relevant to the electrical equipment shall be assessed as part of the overall requirements for risk assessment of the hoisting machine. This will determine the acceptable level of risk, and the necessary protective measures for persons who can be exposed to those hazards, while still maintaining an acceptable level of performance of the hoisting machine and its equipment.

Hazardous situations can result from, but are not limited to, the following causes:

– failures or faults in the electrical equipment resulting in the possibility of electric shock or fire of electrical origin;
– failures or faults in control circuits (or components and devices associated with those circuits) resulting in the malfunctioning of the hoisting machine;
– disturbances or disruptions in power sources as well as failures or faults in the power circuits resulting in the malfunctioning of the hoisting machine;
– loss of continuity of circuits that depend upon sliding or rolling contacts, resulting in a failure of a safety function;
– electrical disturbances, for example, electromagnetic, electrostatic either from outside the electrical equipment or internally generated, resulting in the malfunctioning of the hoisting machine;
– release of stored energy (either electrical or mechanical) resulting in, for example, electric shock, unexpected movement that can cause injury;
– surface temperatures that can cause injury.

In accordance with the hierarchy of protective measures described in ISO 12100-1 and ISO 12100-2, the required risk reduction is achieved by measures implemented by the supplier at the design stage and further measures implemented by the user.

The design and development process shall identify hazards and the risks arising from them. For those hazards that cannot be removed and/or those risks that cannot be sufficiently reduced by inherently safe design measures, other protective measures such as safeguarding shall be provided to reduce the risk. Additional means (for example, means such as flashing beacons, warning notices or signs to raise awareness of the risks) shall be provided where

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

further risk reduction is necessary. In addition, working procedures that reduce risk may be necessary.

The use of the inquiry form as shown in Annex B of this standard is recommended to facilitate an agreement between the user and the supplier(s) on basic conditions and additional user specifications related to the electrical equipment. Those additional specifications are to

– provide additional features that are dependent on the type of hoisting machine (or group of hoisting machines) and the application;
– facilitate maintenance and repair;
– advance the reliability and ease of operation.

NOTE The use of Annex B may also be useful to determine if a catalogued hoisting machine is suitable for the intended use.

4.2 Selection of equipment

4.2.1 General

Electrical components and devices shall be suitable for their intended use and shall conform to relevant IEC standards.

4.2.2 Selection of power contactors

The contactors with their associated short-circuit protective devices shall have type "2" coordination in accordance with IEC 60947-4-1, 8.2.5.1.

Contactors which perform the stopping function of motion drives, initiated by safety-related control circuits, shall be selected and arranged with other equipment in such a way that contact welding either will not occur or will not prevent the emergency stop function. The supplier's recommendations should be followed (see also 7.2.9).

NOTE Contactors directly controlling motions and demanding a great number of contactor operations should have a mechanical life of at least 3 million operating cycles.

4.2.3 Electrical equipment in compliance with the IEC 60439 series

The electrical equipment of the hoisting machine shall conform to safety requirements identified by the risk assessment of the hoisting machine. Depending upon the hoisting machine, its intended use and its electrical equipment, the designer may select parts of the electrical equipment of the hoisting machine that comply with IEC 60439-1 and, as necessary, other relevant parts of the IEC 60439 series.

4.3 Electrical supply

4.3.1 General

The electrical equipment shall be designed to operate correctly with the conditions of the supply at the point of supply (i.e., at the crane-supply-switch; see Figure 3):

– as specified in 4.3.2 or 4.3.3;
– as otherwise specified by the user (see Annex B);
– as specified by the supplier in the case of a special source of supply such as an on-board generator in 4.3.4.

4.3.2 AC supplies

Voltage	Steady-state voltage: 0,9 ... 1,1 of nominal voltage

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE For certain applications (for example, large container cranes) and by agreement with the user, the voltage range may be reduced to 0,95 ... 1,05 of the nominal voltage at the point of supply (i.e., at the crane-supply-switch; see Figure 3).

Frequency — 0,99 ... 1,01 of nominal frequency continuously
0,98 ... 1,02 short time

NOTE The short time value may be specified by the user (see Annex B).

Harmonics — Harmonic distortion not to exceed 10 % of the total r.m.s. voltage between live conductors for the sum of the second to fifth harmonic. An additional 2 % of the total r.m.s. voltage between live conductors for the sum of the sixth to 30th harmonic is permissible.

Voltage unbalance — Neither the voltage of the negative sequence component nor the voltage of the zero sequence component in three-phase supplies shall exceed 2 % of the positive sequence component.

Voltage interruption — Supply interrupted or at zero voltage for not more than 3 ms at any random time in the supply cycle. There shall be more than 1 s between successive interruptions.

NOTE 1 In some semiconductor converter drives with power feedback, voltage interruptions as short as 3 ms or less can cause conduction-through and fuse blowing.

NOTE 2 The crane-switch can operate very frequently. All the components (for example, charging circuitries) need to be selected to allow foreseen switching frequency including the use in commissioning phase.

Voltage dips — Voltage dips shall not exceed 20 % of the peak voltage of the supply for more than one cycle. There shall be more than 1 s between successive dips.

4.3.3 DC supplies

From batteries:

Voltage — 0,85 ... 1,15 of nominal voltage
0,7 ... 1,2 of nominal voltage in the case of battery-operated vehicles

Voltage interruption — not exceeding 5 ms

From converting equipment:

Voltage — 0,9 ... 1,1 of nominal voltage

Voltage interruption — Not exceeding 20 ms. There shall be more than 1 s between successive interruptions.

Ripple (peak-to-peak) — Not exceeding 0,15 of nominal voltage.

NOTE This is a variation to IEC Guide 106 to ensure proper operation of electronic equipment.

4.3.4 On-board power supply

For special supply systems such as on-board generators, the limits given in 4.3.2 and 4.3.3 may be exceeded provided that the equipment is designed to operate correctly with those conditions.

For a.c. power supply systems, means shall be provided to switch off the power supply automatically when

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– the supply voltage is not within 0,85 ... 1,1 of nominal voltage;
– the frequency is not within 0,95 ... 1,05 of nominal frequency.

4.4 Physical environment and operating conditions

4.4.1 General

The electrical equipment shall be suitable for the physical environment and operating conditions of its intended use. The requirements of 4.4.2 to 4.4.8 cover the physical environment and operating conditions of the majority of hoisting machines. When special conditions apply or the limits specified are exceeded, an agreement between user and supplier (see 4.1) is recommended (see Annex B).

4.4.2 Electromagnetic compatibility (EMC)

The equipment shall not generate electromagnetic disturbances above levels that are appropriate for its intended operating environment. In addition, the equipment shall have a level of immunity to electromagnetic disturbances so that it can function in its intended environment.

NOTE 1 The generic EMC standards IEC 61000-6-1or IEC 61000-6-2 and IEC 61000-6-3 or IEC 61000-6-4 give general EMC emission and immunity limits.

NOTE 2 IEC/TR 61000-5-2 gives guidelines for earthing and cabling of electrical and electronic systems aimed at ensuring EMC. If specific product standards exist (for example, IEC 61496-1, IEC 61800-3, IEC 60947-5-2), they take precedence over generic standards.

Measures to limit the generation of electromagnetic disturbances, i.e., conducted and radiated emissions include

– power supply filtering;
– cable shielding;
– enclosures designed to minimize r.f. radiation;
– r.f. suppression techniques.

Measures to enhance the immunity of the equipment against conducted and radiated r.f. disturbance include

– design of functional bonding system taking into account the following:
  – connection of sensitive electrical circuits to the chassis. Such terminations should be marked or labelled with the symbol IEC 60417-5020 (2002-10):

  – connection of the chassis to earth (PE) using a conductor with low r.f. impedance and as short as practicable;
– connection of sensitive electrical equipment or circuits direct to the PE circuit or to a functional earthing conductor (FE) (see Figure 4), to minimize common mode disturbance. This latter terminal should be marked or labelled by the symbol IEC 60417-5018 (2002-10):

– separation of sensitive circuits from disturbance sources;
– enclosures designed to minimize r.f. transmission;
– EMC wiring practices:
  – using twisted conductors to reduce the effect of differential mode disturbances;
  – keeping sufficient distance between conductors emitting disturbances and conductors of sensitive circuits;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

- using cable orientation as close to 90° as possible when cables cross;
- running the conductors as close as possible to the ground plane;
- using electrostatic screens and/or electromagnetic shields with a low r.f. impedance termination.

4.4.3 Ambient air temperature

Electrical equipment shall be capable of operating correctly in the intended ambient air temperature. The minimum requirement for all electrical equipment is correct operation between air temperatures of 0 °C and +40 °C. For very hot environments (for example, hot climates, steel mills, paper mills) and for cold environments, additional measures are recommended (see Annex B).

4.4.4 Humidity

The electrical equipment shall be capable of operating correctly when the relative humidity does not exceed 50 % at a maximum temperature of +40 °C. Higher relative humidity is permitted at lower temperatures (for example, 90 % at 20 °C).

Harmful effects of occasional condensation shall be avoided by proper design of the equipment or, where necessary, by additional measures (for example, built-in heaters, air conditioners, drain holes).

4.4.5 Altitude

Electrical equipment shall be capable of operating correctly at altitudes up to 1 000 m above mean sea-level.

4.4.6 Contaminants

Electrical equipment shall be adequately protected against the ingress of solids and liquids (see 11.3).

The electrical equipment shall be adequately protected against contaminants (for example, dust, acids, corrosive gases, salts) that can be present in the physical environment in which the electrical equipment is to be installed (see Annex B).

4.4.7 Ionizing and non-ionizing radiation

When equipment is subject to radiation (for example, microwave, ultraviolet, lasers, X-rays), additional measures shall be taken to avoid malfunctioning of the equipment and accelerated deterioration of the insulation. A special agreement is recommended between the supplier and the user (see Annex B).

4.4.8 Vibration, shock, and bump

Undesirable effects of vibration, shock and bump (including those generated by the hoisting machine and its associated equipment and those created by the physical environment) shall be avoided by the selection of suitable equipment, by mounting it away from sources of vibration, or by provision of anti-vibration mountings. A special agreement is recommended between the supplier and the user (see Annex B).

4.5 Transportation and storage

Electrical equipment shall be designed to withstand, or suitable precautions shall be taken to protect against, the effects of transportation and storage temperatures within a range of -25 °C to +55 °C and for periods not exceeding 24 h at up to +70 °C. Suitable means shall be provided to prevent damage from humidity, vibration, and shock. A special agreement can be necessary between the supplier and the user (see Annex B).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE Electrical equipment susceptible to damage at low temperatures includes PVC-insulated cables.

4.6 Provisions for handling

Heavy and bulky electrical equipment that has to be removed from the hoisting machine for transport, or that is independent of the hoisting machine, shall be provided with suitable means for handling by cranes or similar equipment (see also 13.4.6).

4.7 Installation

Electrical equipment shall be installed in accordance with the electrical equipment supplier's instructions.

5 Incoming supply conductor terminations and devices for disconnecting and switching off

5.1 Incoming supply conductor terminations

It is recommended that, where practicable, the electrical equipment of a hoisting machine should be connected to a single power supply. Where it is necessary to use another supply for certain parts of the equipment (for example, electronic circuits, electromagnetic clutches), that supply should be derived, as far as is possible, from devices (for example, transformers, converters) forming part of the electrical equipment of the hoisting machine. For large complex hoisting machines, there may be a need for more than one incoming supply (see 5.3.5.1).

Unless a plug is provided with the hoisting machine for the connection to the supply (see 5.3.2e)), it is recommended that the supply conductors are terminated at the crane-supply-switch. When that is not practicable, separate terminations shall be provided.

Where a neutral conductor is used, it shall be clearly indicated in the technical documentation of the hoisting machine, such as in the installation diagram and in the circuit diagram, and a separate insulated terminal, labelled N, shall be provided for the neutral conductor (see also Annex B).

There shall be no connection between the neutral conductor and the protective bonding circuit inside the electrical equipment, nor shall a combined PEN terminal be used.

Exception: A connection may be made between the neutral terminal and the PE terminal at the point of supply (see Figure 3) to the hoisting machine for TN-C systems provided they are in accordance with 12.7.2.

All terminals for the incoming supply connection shall be clearly identified in accordance with IEC 60445. For the identification of the external protective conductor terminal, see 5.2.

5.2 Terminal for connection to the external protective earthing system

For each incoming supply, a terminal shall be provided in the vicinity of the associated phase conductor terminals (see 8.2.1) for connection of the hoisting machine to the external protective earthing system or to the external protective conductor, depending upon the supply distribution system and in accordance with the relevant installation standards.

The terminal shall be of such a size as to enable the connection of an external protective copper conductor with a cross-sectional area in accordance with Table 1.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Table 1 – Minimum cross-sectional area of the external protective copper conductor

Cross-sectional area of phase conductors supplying the equipment S mm²	Minimum cross-sectional area of the external protective copper conductor S_p mm²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Where an external protective conductor of a material other than copper is used, the terminal size shall be selected accordingly (see also 8.2.2).

At each incoming supply point, the terminal for connection of the external protective earthing system or the external protective conductor shall be marked or labelled with the letters PE (see IEC 60445).

5.3 Supply disconnecting and switching devices

5.3.1 General

The functions of supply disconnection and/or switching are performed by the following devices:

– crane-supply-switch (see 5.3.5);

– crane-disconnector (see 5.3.6);

– crane-switch (see 5.3.7).

(See also Figure 3.)

5.3.2 Type

The supply disconnecting and switching devices can be one of the following types:

a) a switch-disconnector, with or without fuses, in accordance with IEC 60947-3, utilization category AC-23B or DC-23B;

b) a disconnector, with or without fuses, in accordance with IEC 60947-3, that has an auxiliary contact that in all cases causes switching devices to break the load circuit before the opening of the main contacts of the disconnector;

c) a circuit-breaker suitable for isolation in accordance with IEC 60947-2;

d) any other switching device in accordance with an IEC product standard for that device and which meets the isolation requirements of IEC 60947-1 as well as a utilization category defined in the product standard as appropriate for on-load switching of motors or other inductive loads;

e) a plug/socket combination for a flexible cable supply.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

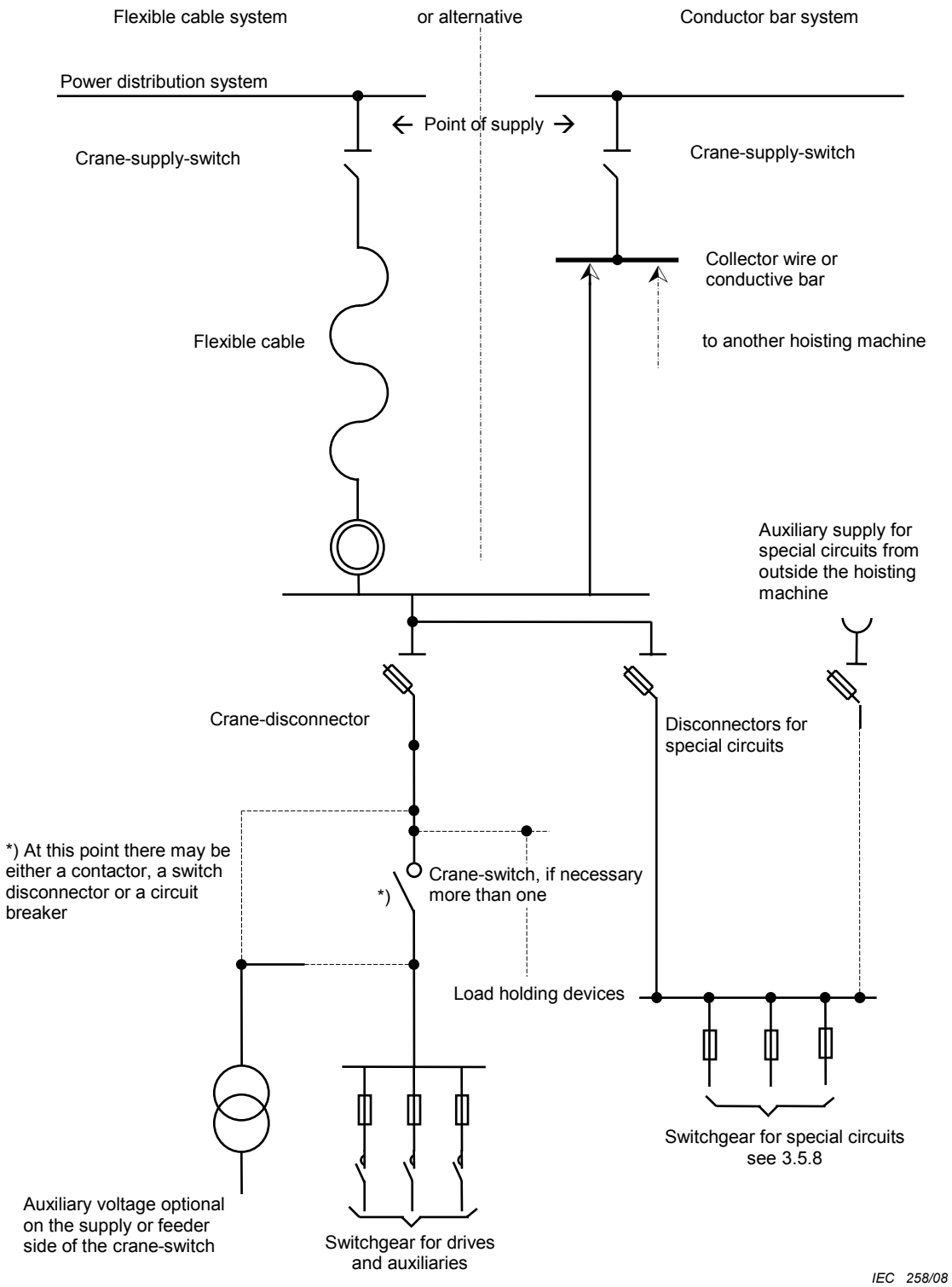


Figure 3 – Examples of electrical supply systems

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.3.3 Requirements

When the supply disconnecting and switching device is one of the types specified in 5.3.2a) to d) it shall fulfil all of the following requirements.

– Isolate the electrical equipment from the supply and have one OFF (isolated) and one ON position marked with "O" and "I" (symbols IEC 60417-5008 (2002-10) and IEC 60417-5007 (2002-10), see 10.2.2).

– Have a visible contact gap or a position indicator which cannot indicate OFF (isolated) until all contacts are actually open and the requirements for the isolating function have been satisfied.

– Have an external operating means (for example, a handle) (exception: power-operated switchgear need not be operable from outside the enclosure where there are other means to open it). Where the external operating means is not intended for emergency operations, it is recommended that it be coloured BLACK or GREY (see 10.7.4 and 10.8.4).

– Be provided with a means permitting it to be locked in the OFF (isolated) position (for example, by padlocks). When so locked, remote as well as local closing shall be prevented.

– Disconnect all live conductors of its power supply circuit. However, for TN supply systems, the neutral conductor may or may not be disconnected except in countries where disconnection of the neutral conductor (when used) is compulsory.

– Have a breaking capacity sufficient to interrupt the current of the largest motor when stalled together with the sum of the normal running currents of all other motors and/or loads. The calculated breaking capacity may be reduced by the use of a proven simultaneity factor.

When the supply disconnecting device is a plug/socket combination, it shall fulfil the following requirements.

– Have the switching capability, or be interlocked with a switching device that has a breaking capacity, sufficient to interrupt the current of the largest motor when stalled together with the sum of the normal running currents of all other motors and/or loads. The calculated breaking capacity may be reduced by the use of a proven diversity factor. When the interlocked switching device is electrically operated (for example, a contactor), it shall have an appropriate utilization category.

– Subclause 13.4.5.

NOTE A suitably rated plug and socket-outlet, cable coupler, or appliance coupler, in accordance with IEC 60309-1 can fulfil these requirements.

Where the supply disconnecting device is a plug/socket combination, a switching device with an appropriate utilization category shall be provided for switching the machine on and off. This can be achieved by the use of the interlocked switching device described above.

5.3.4 Operating means

The operating means (for example, a handle) of the supply disconnecting and switching device shall be easily accessible and located between 0,6 m and 1,9 m above the servicing level. An upper limit of 1,7 m is recommended.

NOTE The direction of operation is given in IEC 61310-3.

5.3.5 Crane-supply-switch

NOTE This subclause does not apply to hoisting machines having on-board power supplies and without an alternative power supply from the outside.

5.3.5.1 General

Crane-supply-switches shall be provided

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– for disconnecting (isolating) the conductor wires or conductor bars or cables to which the hoisting machine(s) is connected from the incoming supply for repair and maintenance works (for example, on the conductor wires to the hoisting machine(s)); and
– where required for emergency stop and/or emergency switching off (see 9.2.5.4).

Where two or more incoming supplies are used, a crane-supply-switch shall be provided for each supply, together with protective interlocks to ensure their correct operation.

The requirements of 5.6 shall apply as appropriate to crane-supply-switches.

5.3.5.2 Type

The crane-supply-switch shall be one of the types specified in 5.3.2.

For hoisting machines used at construction sites, equipment on the site distribution board may be used to achieve the function of the crane-supply-switch. The requirement of 5.6 shall be fulfilled by locking regardless of whether or not the disconnecting means is under immediate supervision.

5.3.5.3 Requirements

In the case of a single hoisting machine, the breaking capacity shall be sufficient to switch off the sum of the current under stalled rotor condition of the largest drive and the normal running currents of the other drives that can be operating at the same time.

NOTE If there is more than one hoisting machine on one common power supply according to the given service conditions, a proven simultaneity factor may be used.

If the crane-supply-switch performs the emergency switching off function according to 9.2.5.4.3, it shall be capable of being opened (remotely or directly) from (an) easily accessible place(s) close to the hoisting machine.

The reconnection of a crane-supply-switch that has been remotely operated by an emergency switching off device shall only be possible after the resetting of the emergency switching off device(s).

Where a conductor wire or conductor bar is fed by several crane-supply-switches connected in parallel, they shall be provided with protective interlocks to ensure their correct operation.

It is recommended that the crane-supply-switch used to energize an unprotected conductor wire, or conductor bar, or a remote control for the crane-supply-switch be so located that as much as possible of the conductor wire or conductor bar is visible from that place of operation.

The above requirements shall also apply in special cases, for example, where

– there are two main supply conductor wires or conductor bars or conductor systems, either of which may be used for supplying the hoisting machine(s); or
– a main supply conductor wire or conductor bar is divided into isolated sections.

In cases where these requirements cannot be fulfilled, the necessary safety shall be provided by other measures.

5.3.6 Crane-disconnector

5.3.6.1 General

A hoisting machine shall be equipped with a single crane-disconnector to enable the electrical equipment to be isolated for maintenance and repair purposes, and to prevent unexpected

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

start-up during mechanical work on the hoisting machine, except under the following circumstances.

– A crane-disconnector is not required if there are no connections and branches in the wiring system between the intended crane-disconnector position and the crane-switch specified in 5.3.7, and the crane-switch performs the functions of the crane-disconnector and conforms to the requirements of 5.6.

– A crane-disconnector is not required for a single hoisting machine which is floor-controlled, and where the crane-supply-switch performs this function.

NOTE A floor-controlled hoisting machine is operated from a suspended pendant control station, a remote fixed control station, or a portable control station.

– A crane-disconnector is not necessary in cases where the voltage can be reduced to, and maintained at, zero by other means (for example, locking off a diesel generator fuel supply or starter mechanism, etc.).

– On hoisting machines with power supplied at voltages of more than 1 kV a.c. and having one or more transformers installed on the hoisting machine, supplying a low-voltage system, one or more crane-disconnectors may be required on the secondary side of each transformer to isolate the low-voltage sections (see also 5.5). Circuits associated with each crane-disconnector shall be clearly identifiable, for example, by

  a) separation; or

  b) barriers; or

  c) marking and labelling.

NOTE Preference should be given to the disconnection of a hoisting machine using only one crane-disconnector.

5.3.6.2 Type

Where provisions are made against both inadvertent and unauthorized opening, the crane-disconnector shall, as a minimum, conform to the requirements for disconnectors given in IEC 60947-3. Otherwise, it shall meet the requirements for switch-disconnectors given in IEC 60947-3. The actuator of the crane-disconnector shall conform to the requirements of 5.3.4.

Removable collectors or plug/socket combinations may be used as crane-disconnectors when they perform the same function.

On hoisting machines with an alternative power-supply system, the changeover switch of the supplies may be used as a crane-disconnector if it has a neutral off-position and meets the requirements of 5.3.6.

5.3.6.3 Requirements

The requirements of 5.4, 5.5 and 5.6 shall apply as appropriate.

5.3.7 Crane-switch

5.3.7.1 General

Each hoisting machine shall have one or more crane-switches, operable from the operating control station, for emergency stop of all motion drives and, where necessary, for interrupting the electrical power supply to other equipment.

Load holding devices that cannot continue to hold the load when de-energized (for example, magnets, pneumatic holding devices) shall be supplied from the supply side of the crane-switch.

Exceptions: Where the emergency stop function is provided by other means, a crane-switch is not required for the following:

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– for hoisting machines on which only the hoisting mechanism is power-operated;
– on floor-controlled monorail hoists when the trolley travel is powered by hand or by an electric motor rated at not more than 500 W.

5.3.7.2 Type

The crane-switch shall as a minimum meet the requirements for switches given in IEC 60947-3. This requirement can be fulfilled by one of the devices specified in 5.3.2a) or c). Contactors selected in accordance with 4.2.2 and used in combination with disconnecting devices may also be used.

5.3.7.3 Requirements

The requirements of 5.3.3 and 5.3.4 shall apply as appropriate.

5.3.8 Special circuits

Special circuits, which need to be operational during repair and maintenance work, shall be supplied from the supply side of the crane-disconnector specified in 5.3.6 using a dedicated disconnector (see Figure 3) that conforms to the requirements of 5.6.

Special circuits may include but are not limited to the following:

– circuits for plug and socket-outlets and lighting circuits;
– circuits for lifts, repair and maintenance tools and repair cranes installed in hoisting machines;
– circuits for heating, air conditioning and ventilation;
– circuits for electrical equipment fulfilling safety measures, for example anti-collision device, aviation lighting;
– circuits for fire alarm systems;
– communications circuits, data links or program storage devices;
– undervoltage protection circuits that are only provided for automatic tripping in the event of supply failure;
– control circuits for interlocking.

Special circuits shall be so designed and installed that their operation during repair and maintenance work on the hoisting machine does not use unprotected conductor wires, conductor bars or slip-ring assemblies.

Special circuits shall be identifiable by

– permanent warning label(s) in accordance with 16.1 placed in proximity to the crane-disconnector;
– a corresponding statement included in the maintenance manual; and one or more of the following shall apply:
  a) a permanent warning label in accordance with 16.1 is placed in proximity to each special circuit, or
  b) the special circuit shall be separated from other circuits, or
  c) the conductors are identified by colour taking into account the recommendation of 13.2.4.

5.4 Devices for switching off for prevention of unexpected start-up

Devices for switching off for the prevention of unexpected start-up shall be provided (for example, where, during maintenance, a start-up of the hoisting machine or part of it can create a hazard). The crane-disconnector (see 5.3.6) fulfils that function for the complete hoisting

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

machine. Where it is necessary to work on individual parts of a hoisting machine, additional devices for switching off shall be provided for each part requiring separate disconnection.

Such devices shall be appropriate and convenient for their intended use, shall be suitably placed and readily identifiable as to their function and purpose.

NOTE 1 This standard does not address all provisions for prevention of unexpected start up. See ISO 14118 (EN 1037).

Means shall be provided to prevent inadvertent and/or mistaken closure of these devices either at the controller or from other locations (see also 5.6).

NOTE 2 Further information on the location and actuation of devices such as those used for the prevention of unexpected start-up is provided in ISO 14118 (EN 1037).

The following devices that fulfil the isolation function may be provided for these purposes:

– devices described in 5.3.2;
– disconnectors, withdrawable fuse links and withdrawable links only if located in an enclosed electrical operating area (see 3.26).

Devices that do not fulfil the isolation function (for example, a contactor switched off by a control circuit) may only be provided where intended to be used for situations that include

– inspections;
– adjustments;
– work on the electrical equipment where
  a) there is no hazard arising from electric shock (see Clause 6) and burn;
  b) the switching-off means remains effective throughout the work;
  c) the work is of a minor nature (for example, replacement of plug-in devices without disturbing existing wiring).

NOTE 3 The selection of a device should take into account, for example, information derived from the risk assessment, intended use and foreseeable misuse of the device. For example, the use of disconnectors, withdrawable fuse links or withdrawable links located in enclosed electrical operating areas can be inappropriate for use by cleaners (see 17.2b)12)).

5.5 Devices for disconnecting electrical equipment

Devices shall be provided for disconnecting (isolating) electrical equipment to enable work to be carried out when it is de-energized and isolated. Such devices shall be

– appropriate and convenient for their intended use;
– suitably placed;
– readily identifiable as to which part(s) or circuit(s) of the equipment is served.

Means shall be provided to prevent inadvertent and/or mistaken closure of these devices either at the controller or from other locations (see also 5.6).

The crane-disconnector (see 5.3.6) may, in some cases, fulfil that function. However, where it is necessary to work on individual parts of the electrical equipment of a hoisting machine, or on one of a number of hoisting machines fed by a common conductor bar, conductor wire or inductive power supply system, a disconnecting device shall be provided for each part, or for each hoisting machine, requiring separate isolation.

In addition to the crane-disconnector, the following devices that fulfil the isolation function may be provided for this purpose:

– devices described in 5.3.2;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– disconnectors, withdrawable fuse links and withdrawable links only if located in an electrical operating area (see 3.22) and relevant information is provided with the electrical equipment (see 17.2b)9) and b)12)).

NOTE Where protection against electric shock is provided in accordance with 6.2.2c), withdrawable fuse links or withdrawable links for this purpose are intended for use by skilled or instructed persons.

5.6 Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken connection

The devices described in 5.4 and 5.5 that are located outside an enclosed electrical operating area shall be equipped with means to secure them in the OFF position (disconnected state), (for example, by provisions for padlocking, trapped key interlocking). When so secured, remote as well as local reconnection shall be prevented.

Where a non-lockable disconnecting device is used within an enclosed electrical operating area (for example, withdrawable fuse-links, withdrawable links) other means of protection against reconnection (for example, warning labels in accordance with 16.1) may be provided.

However, when a plug/socket combination in accordance with 5.3.2e) is so positioned that it can be kept under the immediate supervision of the person carrying out the work, means for securing in the disconnected state need not be provided.

6 Protection against electric shock

6.1 General

The electrical equipment shall provide protection of persons against electric shock from

– direct contact (see 6.2 and 6.4);
– indirect contact (see 6.3 and 6.4).

The measures for this protection given in 6.2, 6.3, and, for PELV, in 6.4, are a recommended selection from IEC 60364-4-41. Where those recommended measures are not practicable, for example, due to the physical or operational conditions, other measures from IEC 60364-4-41 may be used.

NOTE In IEC 60364-4-41:2005, the terms “basic protection” and “fault protection” are used instead of “protection against direct contact” and “protection against indirect contact”, which are used in this standard.

6.2 Protection against direct contact

6.2.1 General

For each circuit or part of the electrical equipment, the measures of either 6.2.2 or 6.2.3 and, where applicable, 6.2.4, shall be applied.

Exception: Where those measures are not appropriate, other measures for protection against direct contact (for example, by using barriers, by placing out of reach, using obstacles, using construction or installation techniques that prevent access) as defined in IEC 60364-4-41 may be applied (see 6.2.5 and 6.2.6).

When the equipment is located in places open to all persons, which can include children, measures of either 6.2.2 with a minimum degree of protection against direct contact corresponding to IP4X or IPXXD (see IEC 60529), or 6.2.3 shall be applied.

6.2.2 Protection by enclosures

Live parts shall be located inside enclosures that conform to the relevant requirements of Clauses 4, 11, and 14 and that provide protection against direct contact of at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Where the top surfaces of the enclosure are readily accessible, the minimum degree of protection against direct contact provided by the top surfaces shall be IP4X or IPXXD.

Opening an enclosure (i.e., opening doors, lids, covers, and the like) shall be possible only under one of the following conditions.

a) The use of a key or tool is necessary for access. For enclosed electrical operating areas, see IEC 60364-4-41 or IEC 60439-1, as appropriate.

NOTE 1 The use of a key or tool is intended to restrict access to skilled or instructed persons (see 17.2b)12)).

All live parts that are likely to be touched when resetting or adjusting devices intended for such operations while the equipment is still connected, shall be protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB. Other live parts on the inside of doors shall be protected against direct contact to at least IP1X or IPXXA.

b) The disconnection of live parts inside the enclosure before the enclosure can be opened.

This may be accomplished by interlocking the door with a disconnecting device (for example, the crane-disconnector) so that the door can only be opened when the disconnecting device is open and so that the disconnecting device can only be closed when the door is closed.

Exception: A special device or tool as prescribed by the supplier can be used to defeat the interlock provided that

– it is possible at all times while the interlock is defeated to open the disconnecting device and lock the disconnecting device in the OFF (isolated) position or otherwise prevent unauthorized closure of the disconnecting device;

– upon closing the door, the interlock is automatically restored;

– all live parts, that are likely to be touched when resetting or adjusting devices intended for such operations while the equipment is still connected, are protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB and other live parts on the inside of doors are protected against direct contact to at least IP1X or IPXXA;

– relevant information is provided with the electrical equipment (see 17.2b)9) and b)12)).

NOTE 2 The special device or tool is intended for use only by skilled or instructed persons (see 17.2b)12)).

Means shall be provided to restrict access to live parts behind doors not directly interlocked with the disconnecting means to skilled or instructed persons (see 17.2 b)12)).

All parts that are still live after switching off the disconnecting device(s) shall be protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529). Such parts shall be marked with a warning sign in accordance with 16.2.1 (see also 13.2.4 for identification of conductors by colour).

Excepted from this requirement for marking are

– parts that can be live only because of connection to interlocking circuits and that are distinguished by colour as potentially live in accordance with 13.2.4;

– the supply terminals of the crane-supply-switch and the crane-disconnector when they are mounted alone in a separate enclosure.

c) Opening without the use of a key or a tool and without disconnection of live parts shall be possible only when all live parts are protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529). Where barriers provide this protection, either they shall require a tool for their removal or all live parts protected by them shall be automatically disconnected when the barrier is removed.

NOTE 3 Where protection against direct contact is achieved in accordance with 6.2.2c), and a hazard can be caused by manual actuation of devices (for example, manual closing of contactors or relays), such actuation should be prevented by barriers or obstacles that require a tool for their removal.

6.2.3 Protection by insulation of live parts

Live parts protected by insulation shall be completely covered with insulation that can only be removed by destruction. Such insulation shall be capable of withstanding the mechanical,

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

chemical, electrical, and thermal stresses to which it can be subjected under normal operating conditions.

NOTE Paints, varnishes, lacquers, and similar products alone are generally considered to be inadequate for protection against electric shock under normal operating conditions.

6.2.4 Protection against residual voltages

Live parts having a residual voltage greater than 60 V after the supply has been disconnected shall be discharged to 60 V or less within a time period of 5 s after disconnection of the supply voltage provided that this rate of discharge does not interfere with the proper functioning of the equipment. Exempted from this requirement are components having a stored charge of 60 µC or less. Where this specified rate of discharge would interfere with the proper functioning of the equipment, a durable warning notice drawing attention to the hazard and stating the delay required before the enclosure may be opened shall be displayed at an easily visible location on or immediately adjacent to the enclosure containing the capacitances.

In the case of plugs or similar devices, the withdrawal of which results in the exposure of conductors (for example, pins), the discharge time shall not exceed 1 s; otherwise, such conductors shall be protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB. If neither a discharge time of 1 s nor a protection of at least IP2X or IPXXB can be achieved (for example, in the case of removable collectors on conductor wires, conductor bars, or slip-ring assemblies, see 12.7.4), additional switching devices or an appropriate warning device (for example, a warning notice in accordance with 16.1) shall be applied.

NOTE This requirement applies for example to capacitors used for power factor correction and filtering and to capacitors in the d.c. bus of adjustable speed drives.

6.2.5 Protection by barriers

For protection by barriers, Clause A.2 of IEC 60364-4-41 shall apply.

6.2.6 Protection by placing out of reach or protection by obstacles

For protection by placing out of reach, Clause B.3 of IEC 60364-4-41 shall apply. For protection by obstacles, Clause B.2 of IEC 60364-4-41 shall apply.

For conductor wire systems or conductor bar systems with a degree of protection less than IP2X, see 12.7.1.

6.3 Protection against indirect contact

6.3.1 General

Protection against indirect contact is intended to prevent hazardous situations due to an insulation fault between live parts and exposed conductive parts.

For each circuit or part of the electrical equipment, at least one of the following measures, in accordance with 6.3.2 to 6.3.3, shall be applied:

– measures to prevent the occurrence of a touch voltage (6.3.2); or

– automatic disconnection of the supply before the time of contact with a touch voltage can become hazardous (6.3.3).

NOTE 1 The risk of harmful physiological effects from a touch voltage depends on the value of the touch voltage and the duration of possible exposure.

NOTE 2 For classes of equipment and protective provisions see IEC 61140.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

6.3.2 Prevention of the occurrence of a touch voltage

6.3.2.1 General

Measures to prevent the occurrence of a touch voltage include the following:

– provision of class II equipment or by equivalent insulation;

– electrical separation.

6.3.2.2 Protection by provision of class II equipment or by equivalent insulation

This measure is intended to prevent the occurrence of touch voltages on the accessible parts through a fault in the basic insulation.

This protection is provided by one or more of the following:

– class II electrical devices or apparatus (double insulation, reinforced insulation or by equivalent insulation in accordance with IEC 61140);

– switchgear and controlgear assemblies having total insulation in accordance with IEC 60439-1;

– supplementary or reinforced insulation in accordance with 412 of IEC 60364-4-41.

6.3.2.3 Protection by electrical separation

Electrical separation of an individual circuit is intended to prevent a touch voltage through contact with exposed conductive parts that can be energized by a fault in the basic insulation of the live parts of that circuit.

For this type of protection, the requirements of 413 and Clause C.3 of IEC 60364-4-41 apply.

6.3.3 Protection by automatic disconnection of supply

This measure consists of the interruption of one or more of the line conductors by the automatic operation of a protective device in case of a fault. This interruption shall occur within a sufficiently short time to limit the duration of a touch voltage to a time within which the touch voltage is not hazardous. Maximum allowable disconnection times are given in Annex A.

This measure necessitates coordination between

– the type of supply and earthing system;

– the impedance values of the different elements of the protective bonding system;

– the characteristics of the protective devices that detect insulation fault(s).

Automatic disconnection of the supply of any circuit affected by an insulation fault is intended to prevent a hazardous situation resulting from a touch voltage.

This protective measure comprises both

– protective bonding of exposed conductive parts (see 8.2.3);

– and either:

  a) overcurrent protective devices for the automatic disconnection of the supply on detection of an insulation fault in TN systems; or

  b) residual current protective devices to initiate the automatic disconnection of the supply on detection of an insulation fault from a live part to exposed conductive parts or to earth in TT systems; or

  c) insulation monitoring or residual current protective devices to initiate automatic disconnection of IT systems. Except where a protective device is provided to interrupt

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

the supply in the case of the first earth fault, an insulation monitoring device shall be provided to indicate the occurrence of a first fault from a live part to exposed conductive parts or to earth. This insulation monitoring device shall initiate an audible and/or visual signal which shall continue as long as the fault persists.

Where automatic disconnection is provided in accordance with a), and disconnection within the time specified in Clause A.1 cannot be assured, supplementary bonding shall be provided as necessary to meet the requirements of Clause A.3.

6.4 Protection by the use of PELV

6.4.1 General requirements

The use of PELV (protective extra-low voltage) is to protect persons against electric shock from indirect contact and limited area direct contact (see 8.2.5).

PELV circuits shall satisfy all of the following conditions

a) The nominal voltage shall not exceed
   - 25 V a.c. r.m.s. or 60 V ripple-free d.c. when the equipment is normally used in dry locations and when large area contact of live parts with the human body is not expected; or
   - 6 V a.c. r.m.s. or 15 V ripple-free d.c. in all other cases.

   NOTE Ripple-free is conventionally defined for a sinusoidal ripple voltage as a ripple content of not more than 10 % r.m.s.

b) One side of the circuit or one point of the source of the supply of that circuit shall be connected to the protective bonding circuit.

c) Live parts of PELV circuits shall be electrically separated from other live circuits. Electrical separation shall be not less than that required between the primary and secondary circuits of a safety isolating transformer (see IEC 61558-1 and IEC 61558-2-6).

d) Conductors of each PELV circuit shall be physically separated from those of any other circuit. When this requirement is impracticable, the insulation provisions of 13.1.3 shall apply.

e) Plugs and socket-outlets for a PELV circuit shall conform to the following:
   1) plugs shall not be able to enter socket-outlets of other voltage systems;
   2) socket-outlets shall not admit plugs of other voltage systems.

6.4.2 Sources for PELV

The source for PELV shall be one of the following:

- a safety isolating transformer in accordance with IEC 61558-1 and IEC 61558-2-6;
- a source of current providing a degree of safety equivalent to that of the safety isolating transformer (for example, a motor generator with winding providing equivalent isolation);
- an electrochemical source (for example, a battery) or another source independent of a higher voltage circuit (for example, a diesel-driven generator);
- an electronic power supply conforming to appropriate standards specifying measures to be taken to ensure that, even in the case of an internal fault, the voltage at the outgoing terminals cannot exceed the values specified in 6.4.1.

7 Protection of equipment

7.1 General

This clause details the measures to be taken to protect equipment against the effects of

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– overcurrent arising from a short circuit;
– overload current;
– abnormal temperature;
– loss of or reduction in the supply voltage;
– overspeed of motors;
– earth fault;
– incorrect phase sequence;
– overvoltage due to lightning and switching surges.

If one of these malfunctions causes the operation of a protective device resulting in the stopping of a motion drive motor, an automatic restart shall be prevented.

NOTE This requirement can be met, for example, by means of

– a crane-switch which can only be switched on if all operator control devices are in the off position;
– operator control devices which automatically return to the off position.

Where only a part of a hoisting machine or a group of hoisting machines working together in a coordinated manner is affected by the operation of a protective device, such operation shall initiate appropriate control responses to ensure co-ordination (see also 9.3.4).

7.2 Overcurrent protection

7.2.1 General

Overcurrent protection shall be provided where the current in a hoisting machine circuit can exceed either the rating of any component or the current-carrying capacity of the conductors, whichever is the lesser value. The ratings or settings to be used are detailed in 7.2.10.

7.2.2 Supply conductors

Unless otherwise agreed (see Annex B), the supplier of the electrical equipment is not be responsible for providing the overcurrent protective device for the supply conductors to the electrical equipment.

The supplier of the electrical equipment shall state on the installation diagram the data necessary for selecting the overcurrent protective device (see 7.2.10 and 17.4).

7.2.3 Power circuits

Devices for detection and interruption of overcurrent, selected in accordance with 7.2.10, shall be applied to each live conductor.

The following conductors, as applicable, shall not be disconnected without disconnecting all associated live conductors:

– the neutral conductor of a.c. power circuits;
– the earthed conductor of d.c. power circuits;
– d.c. power conductors bonded to exposed conductive parts of mobile machines.

Where the cross-sectional area of the neutral conductor is at least equal to, or equivalent to, that of the phase conductors, it is not necessary to provide overcurrent detection for the neutral conductor nor a disconnecting device for that conductor. For a neutral conductor with a cross-sectional area smaller than that of the associated phase conductors, the measures detailed in 524 of IEC 60364-5-52 shall apply.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

In IT-systems, it is recommended that the neutral conductor is not used. However, where a neutral conductor is used, the measures detailed in 431.2.2 of IEC 60364-4-43 shall apply.

7.2.4 Control circuits

Conductors of control circuits directly connected to the supply voltage and of circuits feeding control circuit transformers shall be protected against overcurrent in accordance with 7.2.3.

Conductors of control circuits supplied by a control circuit transformer or d.c. supply shall be protected against overcurrent (see also 9.4.3.1):

– in control circuits connected to the protective bonding circuit, by inserting an overcurrent protective device into the switched conductor;
– in control circuits not connected to the protective bonding circuit
  a) where the same cross-sectional area conductors are used in all control circuits, by inserting an overcurrent protective device into the switched conductor; and
  b) where different cross-sectional area conductors are used in different subcircuits, by inserting an overcurrent protective device into both switched and common conductors of each subcircuit.

7.2.5 Socket outlets and their associated conductors

Overcurrent protection shall be provided for the circuits feeding the general purpose socket outlets intended primarily for supplying power to maintenance equipment. Overcurrent protective devices shall be provided in the unearthed live conductors of each circuit feeding such socket outlets.

7.2.6 Lighting circuits

All unearthed conductors of circuits supplying lighting shall be protected against the effects of short circuits by the provision of overcurrent devices separate from those protecting other circuits.

7.2.7 Transformers

Transformers shall be protected against overcurrent in accordance with the manufacturer's instructions . Such protection shall (see also 7.2.10)

– avoid nuisance tripping due to transformer magnetizing inrush currents;
– avoid a winding temperature rise in excess of the permitted value for the insulation class of transformer when it is subjected to the effects of a short circuit at its secondary terminals.

7.2.8 Location of overcurrent protective devices

An overcurrent protective device shall be located at the point where a reduction in the cross-sectional area of the conductors or another change reduces the current-carrying capacity of the conductors, except where all the following conditions are satisfied.

– The current-carrying capacity of the conductors is at least equal to that of the load.
– The part of the conductor between the point of reduction of the current-carrying capacity and the position of the overcurrent protective device is no longer than 3 m.
– The conductor is installed in such a manner as to reduce the possibility of a short circuit, for example, protected against mechanical damage by an enclosure or a duct, or by other suitable means.

7.2.9 Overcurrent protective devices

The rated short-circuit breaking capacity shall be at least equal to the prospective fault current at the point of installation. Where the short-circuit current to an overcurrent protective device

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

can include additional currents other than from the supply (for example, from motors, from power factor correction capacitors), those currents shall be taken into consideration.

A lower breaking capacity is permitted where another protective device (for example, the overcurrent protective device for the supply conductors (see 7.2.2) having the necessary breaking capacity is installed on the supply side. In that case, the characteristics of the two devices shall be coordinated so that the let-through energy (I^2t) of the two devices in series does not exceed that which can be withstood without damage to the overcurrent protective device on the load side and to the conductors protected by that device (see Annex A of IEC 60947-2).

NOTE The use of such a coordinated arrangement of overcurrent protective devices can result in the operation of both overcurrent protective devices.

Where fuses are provided as overcurrent protective devices, a type readily available in the country of use shall be selected, or arrangements shall be made for the supply of spare parts.

7.2.10 Rating and setting of overcurrent protective devices

The rated current of fuses or the setting current of other overcurrent protective devices shall be selected as low as possible but adequate for the anticipated overcurrents (for example, during starting of motors or energizing of transformers). When selecting those protective devices, consideration shall be given to the protection of switching devices against damage due to overcurrents (for example, welding of the switching device contacts).

The rated current or setting of an overcurrent protective device is determined by the current-carrying capacity of the conductors to be protected in accordance with 12.4, Clause C.2 and the maximum allowable interrupting time t in accordance with Clause C.3, taking into account the needs of coordination with other electrical devices in the protected circuit.

In case of multi-motor drives the overcurrent protection in the feeding system might not be able to protect a single branch cable in case of a short-circuit failure. Additional protective measures or dimensioning of branch cables with respect to the maximum short-circuit current are required.

7.3 Protection of motors against overheating

7.3.1 General

Protection of motors against overheating shall be provided for each motor rated at more than 2 kW.

Exceptions: In applications where an automatic interruption of the motor operation is unacceptable (for example, in load holding devices), the means of detection shall give a warning signal to which the operator can respond.

Protection of motors against overheating can be achieved by

– overload protection (7.3.2);

NOTE 1 Overload protective devices detect the time and current relationships (I^2t) in a circuit that are in excess of the rated full load of the circuit and initiate appropriate control responses.

– over-temperature protection (7.3.3); or

NOTE 2 Temperature detection devices sense over temperature and initiate appropriate control responses.

– current-limiting protection (7.3.4).

Automatic restarting of any motor after the operation of protection against overheating shall be prevented where this can cause a hazardous situation or damage to the machine or to the work in progress.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

7.3.2 Overload protection

Where overload protection is provided, detection of overload(s) shall be provided in each live conductor except for the neutral conductor. However, where the motor overload detection is not used for cable overload protection (see also Clause C.2), the number of overload detection devices may be reduced at the request of the user (see also Annex B). For motors having single-phase or d.c. power supplies, detection in only one unearthed live conductor is permitted.

Where overload protection is achieved by switching off, the switching device shall switch off all live conductors. The switching of the neutral conductor is not necessary for overload protection.

Where motors with special duty ratings are required to start or to brake frequently (for example, motors for rapid traverse, locking, rapid reversal, sensitive drilling, plugging and inching), it can be difficult to provide overload protection with a time constant comparable with that of the winding to be protected. Protective devices designed to accommodate special duty motors or over-temperature protection (see 7.3.3) can be necessary.

For motors that cannot be overloaded (for example, torque motors, motion drives that either are protected by mechanical overload protection devices or are adequately dimensioned), overload protection is not required.

7.3.3 Over-temperature protection

The provision of motors with over-temperature protection (see IEC 60034-11) is recommended in situations where the cooling can be impaired. Depending upon the kind of motor, protection under stalled rotor or loss of phase conditions is not always ensured by over-temperature protection, and additional protection should then be provided.

Over-temperature protection is also recommended for motors that cannot be overloaded (for example, torque motors, motion drives that either are protected by mechanical overload protection devices or are adequately dimensioned), where the possibility of over-temperature exists (for example, due to reduced cooling).

NOTE Cooling can be impaired, for example, due to dusty environment and when motors with shaft-mounted fans are driven at low speeds.

7.3.4 Current limiting protection

Where protection against the effects of overheating in three phase motors is achieved by current limitation, the number of current limitation devices may be reduced from 3 to 2 (see 7.3.2). For motors having single-phase a.c. or d.c. power supplies, current limitation in only one unearthed live conductor is permitted.

7.4 Abnormal temperature protection

Resistance heating or other circuits that are capable of attaining or causing abnormal temperatures (for example, due to short-time rating or loss of cooling medium) and therefore can cause a hazardous situation shall be provided with suitable detection to initiate an appropriate control response.

7.5 Protection against supply interruption or voltage reduction and subsequent restoration

Where a supply interruption or a voltage reduction can cause a hazardous condition, such as damage to the hoisting machine, or to the load, undervoltage protection shall be provided (for example, by switching off the hoisting machine and/or engaging mechanical brakes) at a predetermined voltage level.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE Depending on the risk assessment, undervoltage protection may be omitted on a manually controlled hoisting machine.

Where the operation of the hoisting machine can allow for an interruption or a reduction of the voltage for a short time period, delayed undervoltage protection may be provided. The operation of the undervoltage device shall not impair the operation of any stopping control of the hoisting machine.

Upon restoration of the voltage or upon switching on the incoming supply, automatic or unexpected restarting of the hoisting machine shall be prevented where such a restart can cause a hazardous situation.

Where only a part of the hoisting machine or of the group of hoisting machines working together in a coordinated manner is affected by the voltage reduction or supply interruption, the undervoltage protection shall initiate appropriate control responses to ensure coordination.

7.6 Motor overspeed protection

Overspeed protection shall be provided where overspeeding can occur and could possibly cause a hazardous situation taking into account measures in accordance with 9.2.5.5. and 9.3.2. Overspeed protection shall initiate appropriate control responses and shall prevent automatic restarting.

The overspeed protection should operate in such a manner that the mechanical speed limit of the motor or its load is not exceeded.

NOTE 1 This protection can consist, for example, of a centrifugal switch, speed limit monitor, or speed monitoring built into the drive system.

NOTE 2 Inadmissible high speeds could occur, for example, in hoisting drives equipped with d.c. motors or with variable speed drives.

7.7 Earth fault/residual current protection

In addition to providing overcurrent protection for automatic disconnection as described in 6.3, earth fault/residual current protection can be provided to reduce damage to equipment due to earth fault currents less than the detection level of the overcurrent protection.

The setting of the devices shall be as low as possible consistent with correct operation of the equipment.

7.8 Phase-sequence protection

Where an incorrect phase sequence of the supply voltage can cause a hazardous condition or damage to the hoisting machine, phase sequence protection shall be provided.

NOTE Conditions of use that can lead to an incorrect phase sequence include

– a hoisting machine transferred from one supply to another;

– a mobile crane with a facility for connection to an external power supply.

A hoisting machine with provision for connection of an auxiliary electric power supply (for example, for repairs) or an alternative power supply (for example, in case of emergency) shall have a phase-sequence protection device to ensure the correct motor rotation.

7.9 Protection against switching surges and lightning

Protective devices can be provided to protect against the effects of overvoltages due to lightning or to switching surges.

Where provided,

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– devices for the suppression of overvoltages due to lightning shall be connected to the incoming terminals of the crane-supply-switch and/or crane-disconnector;

– devices for the suppression of overvoltages due to switching surges shall be connected across the terminals of all equipment requiring such protection.

Where the risk assessment so requires, outdoor cranes shall be equipped with a lightning protection system including

a) air-termination systems

A separate air termination might not be necessary if the structure of the crane performs this function.

b) down-conductor systems

The structure of the hoisting machine – with all hinged and other moving joints by-passed by a grounding conductor – can be used as a down conductor.

c) earth-termination systems

The earth-termination may include grounding collectors to crane rails.

NOTE 1 Guidance for the risk assessment and for lightning protection systems is given in IEC 62305 series.

NOTE 2 There may be national requirements for lightning protection.

8 Equipotential bonding

8.1 General

This clause provides requirements for both protective bonding and functional bonding. Figure 4 illustrates those concepts. Protective bonding is a basic provision for fault protection to enable protection of persons against electric shock from indirect contact (see 6.3.3 and 8.2).

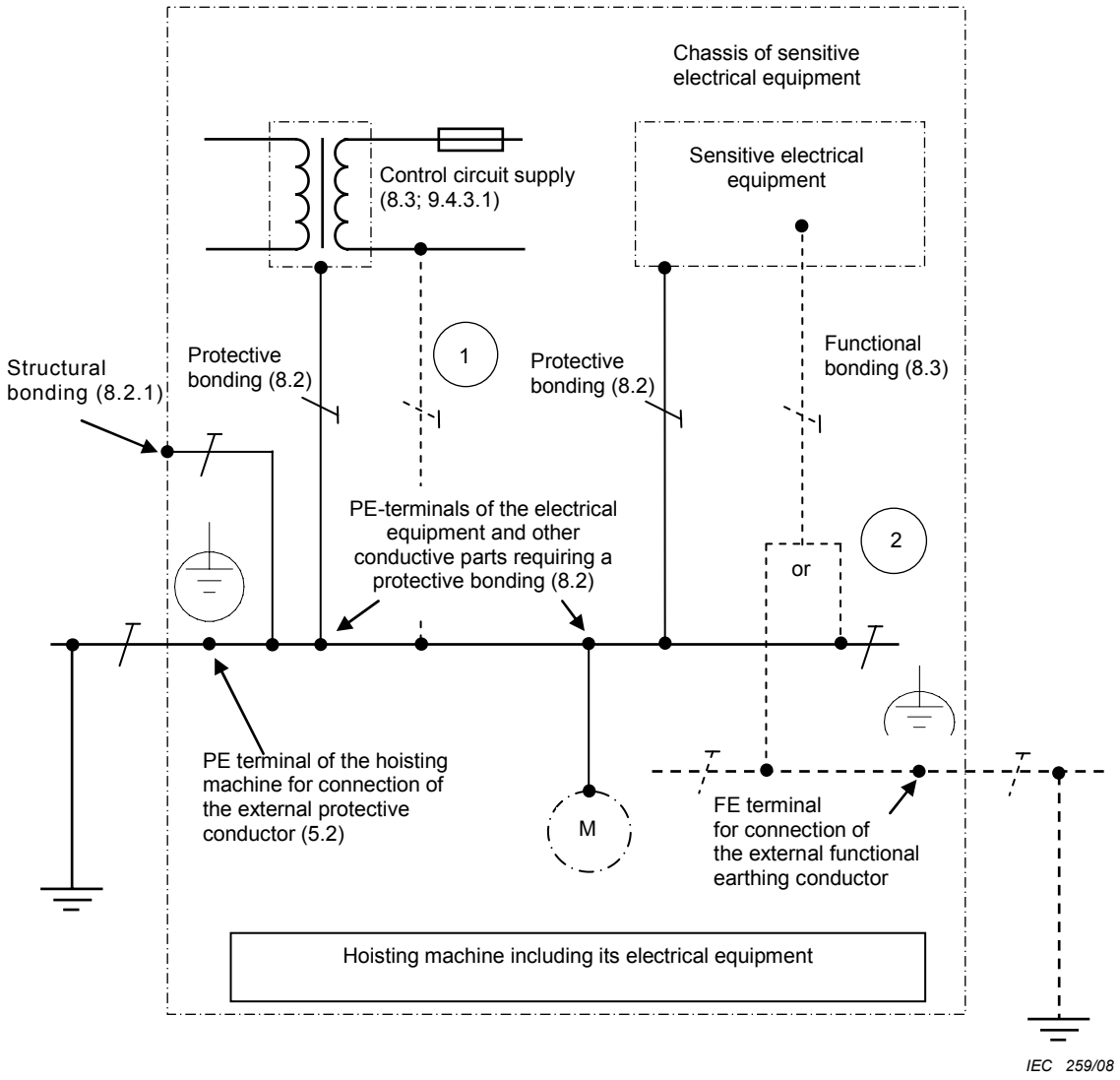
The objective of functional bonding (see 8.3) is to minimize

– the consequence of an insulation failure which could affect the operation of the hoisting machine;

– the consequences of electrical disturbances to sensitive electrical equipment which could affect the operation of the hoisting machine.

Normally, functional bonding is achieved by connection to the protective bonding circuit, but, where the level of electrical disturbances on the protective bonding circuit is not sufficiently low for proper functioning of electrical equipment, it can be necessary to connect the functional bonding circuit to a separate functional earthing conductor (see Figure 4).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



---------- Optional connections

1 Functional bonding (8.3) including protective bonding (8.2)

2 Functional bonding only (8.3) either to the protective conductor or to functional earthing conductor

NOTE The functional earthing conductor was previously referred to as 'noiseless earth conductor' and the 'FE' terminal was previously designated 'TE' (see IEC 60445)

Figure 4 – Example of equipotential bonding for electrical equipment of a hoisting machine

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8.2 Protective bonding circuit

8.2.1 General

The protective bonding circuit consists of

– PE terminal(s) (see 5.2);
– the conductive structural parts of the electrical equipment and the hoisting machine;
– the protective conductors in the equipment of the hoisting machine, including sliding contacts where they are part of the circuit.

On mobile cranes with on-board power supplies, the protective circuits, the exposed conductive parts, and the extraneous conductive parts shall all be connected to a protective bonding terminal to provide protection against electric shock.

NOTE When the supply of electrical energy is self-contained within stationary, mobile, or movable items of equipment, and when there is no external supply connected (for example, when an on-board battery charger is not connected), there is no need to connect such equipment to an external protective conductor.

All parts of the protective bonding circuit shall be so designed that they are capable of withstanding the highest thermal and mechanical stresses that can be caused by earth-fault currents that could flow in that part of the protective bonding circuit.

Where the conductance of structural parts of the electrical equipment or of the hoisting machine is less than that of the smallest protective conductor connected to the exposed conductive parts, a supplementary bonding conductor shall be provided. This supplementary bonding conductor shall have a cross-sectional area not less than half that of the corresponding protective conductor.

If an IT distribution system is used, the hoisting machine structure shall be part of the protective bonding circuit and insulation monitoring shall be provided. See 6.3.3c).

Conductive structural parts of equipment in accordance with 6.3.2.2 need not be connected to the protective bonding circuit. Extraneous conductive parts which form the structure of the hoisting machine need not be connected to the protective bonding circuit where all the equipment provided is in accordance with 6.3.2.2.

Exposed conductive parts of equipment in accordance with 6.3.2.3 shall not be connected to the protective bonding circuit.

8.2.2 Protective conductors

Protective conductors shall be identified in accordance with 13.2.2.

Copper conductors are preferred. Where a conductor material other than copper is used, its electrical resistance per unit length shall not exceed that of the allowable copper conductor, and such conductors shall be not less than 16 mm^2 in cross-sectional area.

The cross-sectional area of protective conductors shall be determined in accordance with the requirements of

– IEC 60364-5-54, 543, or
– IEC 60439-1, 7.4.3.1.7, as appropriate.

This requirement is met in most cases where the relationship between the cross-sectional area of the phase conductors associated with that part of the equipment and the cross-sectional area of the associated protective conductor is in accordance with Table 1.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8.2.3 Continuity of the protective bonding circuit

All exposed conductive parts shall be connected to the protective bonding circuit in accordance with 8.2.1.

Exception: See 8.2.5.

Where a part is removed for any reason (for example, routine maintenance), the protective bonding circuit for the remaining parts shall not be interrupted.

Connection and bonding points shall be so designed that their current-carrying capacity is not impaired by mechanical, chemical, or electrochemical influences. Where enclosures and conductors of aluminium or aluminium alloys are used, particular consideration should be given to the possibility of electrolytic corrosion.

Metal ducts of flexible or rigid construction and metallic cable sheaths shall not be used as protective conductors. Nevertheless, such metal ducts and the metal sheathing of all connecting cables (for example, cable armouring, lead sheath) shall be connected to the protective bonding circuit.

Where the electrical equipment is mounted on lids, doors, or cover plates, continuity of the protective bonding circuit shall be ensured and a protective conductor (see 8.2.2) is recommended. Otherwise, fastenings, hinges or sliding contacts designed to have a low resistance shall be used (see 18.2.2, Test 1).

The continuity of the protective conductor in cables that are exposed to damage (for example, flexible trailing cables) shall be ensured by appropriate measures (for example, monitoring).

For requirements for the continuity of the protective conductor using conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies, see 12.7.2.

Rails of hoisting machines may be connected to the protective bonding circuit. However, they shall not replace the protective conductor (for example, cable, conductor wire or conductor bar) from the supply source to the hoisting machine.

The electrical equipment of hoisting machines intended to be used at different sites (transportable hoisting machines) shall conform to the requirements of this standard for all expected supply earthing systems. When used with IT or TT systems, the protective bonding circuit of the hoisting machine shall be connected to the earthing system of the site.

8.2.4 Exclusion of switching devices from the protective bonding circuit

The protective bonding circuit shall not incorporate a switching device or an overcurrent protective device (for example, switch, fuse).

No means of interruption of the protective bonding conductor shall be provided.

Exceptions:

– Links for test or measurement purposes that cannot be opened without the use of a tool and that are located in an enclosed electrical operating area.

– Where the continuity of the protective bonding circuit can be interrupted by means of removable current collectors or plug/socket combinations, the protective bonding circuit shall be interrupted by a first-make last-break contact. This also applies to removable or withdrawable plug-in units (see also 13.4.5).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8.2.5 Parts that need not be connected to the protective bonding circuit

It is not necessary to connect exposed conductive parts to the protective bonding circuit where those parts are mounted so that they do not constitute a hazard because

– they cannot be touched on large surfaces or grasped with the hand and they are small in size (less than approximately 50 mm × 50 mm); or

– they are located so that either contact with live parts, or an insulation failure, is unlikely.

This applies to small parts such as screws, rivets, and nameplates, and to parts inside an enclosure, irrespective of their size (for example, electromagnets of contactors or relays and mechanical parts of devices).

NOTE For more information, see 410.3.9 of IEC 60364-4-41.

8.2.6 Protective conductor connecting points

All protective conductors shall be terminated in accordance with 13.1.1. The protective conductor connecting points shall have no other function and shall not be used, for example, to attach or connect appliances or parts.

Each protective conductor connecting point shall be marked or labelled as such using the symbol IEC 60417-5019 (2002-10):

or with the letters PE, the graphical symbol being preferred, or by use of the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW, or by any combination of these.

When a mobile crane with an on-board power supply is also capable of being connected to an external incoming supply, the protective bonding terminal shall be the connection point for the external protective conductor.

8.2.7 Additional protective bonding requirements for electrical equipment having earth leakage currents higher than 10 mA a.c. or d.c.

NOTE 1 Earth leakage current is defined as “current flowing from the live parts of an installation to earth, in the absence of an insulation fault” (IEV 442-01-24). This current may have a capacitive component including that resulting from the deliberate use of capacitors.

NOTE 2 Most adjustable speed electrical power drive systems that conform to relevant parts of IEC 61800 will have an earth leakage current greater than 3,5 mA a.c. A touch current measurement method is specified as a type test in IEC 61800-5-1 to determine the earth leakage current of an adjustable speed electrical power drive system.

Where electrical equipment has an earth leakage current (for example, adjustable speed electrical power drive systems and information technology equipment) that is greater than 10 mA a.c. or d.c. in any incoming supply, one or more of the following conditions for the associated protective bonding circuit shall be satisfied.

a) The protective conductor shall be part of the power supply cable or an enclosed busbar system and shall have a cross-sectional area of at least 1,5 mm^2 Cu through its total run.

b) The protective conductor shall have a cross-sectional area of at least 10 mm^2 Cu or 16 mm^2 Al, through its total run.

c) Where the protective conductor has a cross-sectional area of less than 10 mm^2 Cu or 16 mm^2 Al, a second protective conductor of at least the same cross-sectional area shall be provided up to a point where the protective conductor has a cross-sectional area not less than 10 mm^2 Cu or 16 mm^2 Al.

NOTE This can require electrical equipment to have a separate terminal for a second protective conductor.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

d) automatic disconnection of the supply in case of loss of continuity of the protective conductor.

To prevent difficulties associated with electromagnetic disturbances, 4.4.2 also applies to the installation of duplicate protective conductors.

In addition, a warning label shall be provided adjacent to the PE terminal, and where necessary on the nameplate of the electrical equipment. The information provided under 17.2b)1) shall include information about the leakage current and the minimum cross-sectional area of the external protective conductor.

8.3 Functional bonding

Protection against mal-operation as a result of insulation failures can be achieved by connecting to a common conductor in accordance with 9.4.3.1.

For recommendations regarding functional bonding to avoid mal-operation due to electromagnetic disturbances, see 4.4.2.

8.4 Measures to limit the effects of high leakage current

The effects of high leakage current can be restricted to the equipment having high leakage current by connection of that equipment to a dedicated supply transformer having separate windings. Where a transformer is provided for this purpose, the protective bonding circuit shall be connected to exposed conductive parts of the equipment and, in addition, to the secondary winding of the transformer. The protective conductor(s) between the equipment and the secondary winding of the transformer shall conform to one or more of the arrangements described in 8.2.7.

9 Control circuits and control functions

9.1 Control circuits

NOTE Not applicable for hand-held direct-control devices (see 3.36).

9.1.1 Control circuit supply

Where control circuits are supplied from an a.c. source, control transformers shall be used for supplying the control circuits. Such transformers shall have separate windings. Where several transformers are used, it is recommended that the windings of those transformers are connected so that the secondary voltages are in phase.

Where d.c. control circuits derived from an a.c. supply are connected to the protective bonding circuit (see 8.2.1), they shall be supplied from a separate winding of the a.c. control circuit transformer or by another control circuit transformer.

NOTE 1 Switch-mode units fitted with transformers having separate windings in accordance with IEC 61558-2-17 conform to this requirement.

Transformers are not mandatory for hoisting machines with a single motor starter and a maximum of two control devices.

NOTE 2 This exception concerns for example small hoisting machines with one hoisting motor with an UP and DOWN motion and upper position limiter. For testing and/or maintenance purposes, hoisting machines with more than one electrical motion drive should incorporate means to energize a drive control circuit without energizing its power circuit.

9.1.2 Control circuit voltages

The nominal value of the control voltage shall be consistent with the correct operation of the control circuit. The nominal voltage shall not exceed 277 V when supplied from a transformer.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

9.1.3 Protection

Control circuits shall be provided with overcurrent protection in accordance with 7.2.4 and 7.2.10.

9.2 Control functions

NOTE 1 Information on the safety-related aspects of control functions, including those implemented using programmable electronic systems, is given in ISO 12100-2:2003, ISO 13849-1:2006, ISO 13849-2:2003, and IEC 62061. See also 9.4.

NOTE 2 This subclause does not specify requirements for the equipment used to implement control functions. Examples of such requirements are given in Clause 10.

9.2.1 Start functions

Start functions shall operate by energizing the relevant circuit (see 9.2.5.2).

9.2.2 Stop functions

There are three categories of stops as follows:

– stop category 0: stopping by immediate removal of power to the hoisting machine actuators (i.e. an uncontrolled stop; see 3.69);
– stop category 1: a controlled stop (see 3.12) with power available to the hoisting machine actuators to achieve the stop and then removal of power when the stop is achieved;
– stop category 2: a controlled stop with power left available to the hoisting machine actuators.

When using a stop function as a safety-related control function, measures against inadmissible control deviations (see 9.4.4) shall be provided (e.g. using drive systems that provide appropriate safety-related control functions in accordance with IEC 61800-5-2).

9.2.3 Operating modes

Each hoisting machine can have one or more operating modes determined by the type of hoisting machine and its application. When a hazardous situation can result from a mode selection, unauthorized and/or inadvertent selection shall be prevented by suitable means (for example, key-operated switch, access code).

Mode selection by itself shall not initiate hoisting machine operation. A separate actuation of the start control shall be required.

For each specific operating mode, the relevant safety functions and/or protective measures shall be implemented.

Indication of the selected operating mode shall be provided (for example, the position of a mode selector, the provision of an indicating light, a visual display indication).

9.2.4 Suspension of safeguarding

Where it is necessary to provide a means of suspending a particular safety function or protective measure during setting, testing and maintenance activities, such means shall be designed with due consideration of foreseeable misuse (see 5.3c of ISO 12100-1).

During actual suspension of the safety function or protective measure, protection shall be ensured by

– disabling all other operating (control) modes; and

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– other relevant means (see 4.11.9 of ISO 12100-2:2003), that can include, for example, one or more of the following:
  – initiation of operation by a hold-to-run device or by a similar control device;
  – a portable control station with an emergency stop device and, where appropriate, an enabling device. Where a portable control station is in use, initiation of motion shall only be possible from that control station;
  – a cableless control station with a device to initiate stop functions in accordance with 9.2.7.3 and, where appropriate, an enabling device. Where a cableless control station is in use, initiation of motion shall only be possible from that control station;
  – limitation of the speed or the power of motion;
  – limitation of the range of motion.

Additional requirements and limitations for suspension of particular safety functions may be defined in the specific product standards. For example, the suspension of overload protection may be prohibited even during setting, testing and maintenance activities in case there is a stability problem with the particular hoisting machine.

9.2.5 Operation

9.2.5.1 General

The necessary safety functions and/or protective measures (for example, interlocks (see 9.3)) shall be provided for safe operation.

Measures shall be taken to prevent movement of the hoisting machine in an unintended or unexpected manner after any stopping of the hoisting machine (for example, due to locked-off condition, power supply fault, battery replacement, lost signal condition with cableless control).

Manually controlled hoisting machines shall use either hold-to-run controls or two-position enabling devices (see 10.9) for operation; this requirement does not apply to cabin-controlled hoisting machines with over-travel limiting devices where no hazardous condition can occur.

On a hoisting machine with more than one operator control station for the same motion drive, (for example, cabin control and floor control), only one operator control station shall be enabled at any given time. For emergency stop, see 9.2.5.4.2 and 10.7. Means shall be provided to indicate the operational status of the operator control station.

9.2.5.2 Start

The start of an operation (for example, a motion) shall be possible only when all of the relevant safety functions and/or protective measures are in place and are operational except for conditions, as described in 9.2.4.

On those hoisting machines where safety functions and/or protective measures cannot be applied for certain operations (for example, a particular motion), manual control of such operations shall be by hold-to-run controls, together with enabling devices, as appropriate.

Suitable interlocks shall be provided to secure correct sequential starting.

In the case of hoisting machines which require the use of more than one control station to initiate a start, each of these control stations shall have a separate manually actuated start control device. The conditions to initiate a start shall be:

– all required conditions for hoisting machine operation shall be met; and
– all start control devices shall be in the released (off) position; then
– all start control devices shall be actuated concurrently (see 3.7).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

9.2.5.3 Stop

Stop category 0 and/or stop category 1 and/or stop category 2 stop functions shall be provided as indicated by the risk assessment and the functional requirements of the hoisting machine (see 4.1). See also 9.4.1. and 9.4.4.

NOTE The supply disconnecting and switching devices (see 5.3) when operated achieve a stop category 0.

Stop functions shall override related start functions (see 9.2.5.2).

Where required, facilities to connect protective devices and interlocks shall be provided. If such a protective device or interlock causes a stop of the hoisting machine, it may be necessary for that condition to be signalled to the logic of the control system. The reset of the stop function shall not initiate any hazardous situation.

For movements that can be affected by gravity or other external forces (for example, wind force), keeping the motion at stop should not be accomplished by the drive system but be secured by means not depending on power supply (for example, by a mechanical brake). See also 9.3.4, 9.4.3.2 and 14.7.

9.2.5.4 Emergency operations (emergency stop, emergency switching off)

9.2.5.4.1 General

This document specifies the requirements for the emergency stop and the emergency switching-off functions of the emergency operations listed in Annex E, both of which are, in this standard, initiated by a single human action.

Once active operation of an emergency stop (see 10.7) or emergency switching-off (see 10.8) actuator has ceased following a command, the effect of this command shall be sustained until it is reset. This reset shall be possible only by a manual action at that location where the command has been initiated. The reset of the command shall not restart the hoisting machine but only permit restarting.

It shall not be possible to restart the hoisting machine until all emergency stop commands have been reset. It shall not be possible to re-energize the hoisting machine until all emergency switching off commands have been reset.

NOTE Emergency stop and emergency switching off are complementary protective measures that are not primary means of risk reduction for hazards (for example, crushing, impact, electric shock or burn) at a hoisting machine (see ISO 12100 (all parts)).

9.2.5.4.2 Emergency stop

Principles for the design of emergency stop equipment, including functional aspects, are given in ISO 13850.

Hoisting machines shall have an emergency stop function, which shall at least stop the motion drives and other hoisting machine actuators that can cause hazardous condition(s). The emergency stop shall function either as a stop category 0 or as a stop category 1 (see 9.2.2). The choice of the stop category of the emergency stop depends on the results of a risk assessment of the hoisting machine.

In addition to the requirements for stop (see 9.2.5.3), the emergency stop function has the following requirements.

– It shall override all other functions and operations in all modes.

– Power to the hoisting machine actuators that can cause a hazardous condition(s) shall be either removed immediately (stop category 0) or shall be controlled in such a way as to

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

stop the hazardous motion as quickly as possible (stop category 1) without creating other hazards.

– Reset shall not initiate a restart.

The emergency stop function may be performed by one or more of the switching devices shown in Figure 3 (i.e., switchgear for drives, crane-switch or crane-supply-switch).

9.2.5.4.3 Emergency switching off

The functional aspects of emergency switching off are given in 536.4 of IEC 60364-5-53.

Emergency switching off should be provided where

– protection against direct contact (for example, with conductor wires, conductor bars, slip-ring assemblies, controlgear in electrical operating areas) is achieved only by placing out of reach or by obstacles (see 6.2.6); or

– there is the possibility of other hazards or damage caused by electricity.

Emergency switching-off is accomplished by switching off the relevant incoming supply by electromechanical switching devices (for example, by the crane-supply-switch), effecting a stop category 0 of hoisting machine actuators connected to this incoming supply. When a hoisting machine cannot tolerate this stop category 0 stop, it can be necessary to provide other measures, for example, protection against direct contact, so that emergency switching-off is not necessary (for example, load-holding devices like magnets and vacuum lifters may require continuous power supply).

9.2.5.5 Monitoring of command actions

Movement or action of a hoisting machine or part of a hoisting machine that can result in a hazardous situation shall be monitored. On manually controlled hoisting machines, operators can provide some of this monitoring. Conditions that cannot reasonably be expected to be monitored by the operator will require means which may include over-travel limiters, motor over-speed detection, mechanical overload detection or anti-collision devices.

9.2.6 Other control functions

9.2.6.1 Hold-to-run controls

Hold-to-run controls shall require continuous actuation of the control device(s) to achieve operation.

NOTE Hold-to-run control can be accomplished, for example, by two-hand control devices.

9.2.6.2 Two-hand control

Three types of two-hand control are defined in ISO 13851, the selection of which is determined by the risk assessment.

9.2.6.3 Enabling control

Enabling control (see also 10.9) is a manually activated control function interlock that,

a) when activated, allows a hoisting machine operation to be initiated by a separate start control; and

b) when de-activated,

   1) initiates a stop function of stop category 0 or 1; and

   2) prevents initiation of hoisting machine operation.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Enabling control shall be so arranged as to minimize the possibility of defeating, for example, by requiring the de-activation of the enabling control device before hoisting machine operation may be reinitiated. It should not be possible to defeat the enabling function by simple means.

The selection of the type of the enabling control device shall be made according to a risk assessment.

NOTE A three-position type-control device may have advantage in case of cramp or panic.

9.2.6.4 Combined start and stop controls

Push-buttons and similar control devices that, when operated, alternately initiate and stop motion shall only be provided for functions which cannot result in a hazardous situation.

9.2.7 Cableless controls

9.2.7.1 General

This subclause deals with the functional requirements of control systems employing cableless (for example, radio, infra-red) techniques for transmitting commands and signals between a hoisting machine control system and operator control station(s) (see Clause 10, in particular see 10.1.5).

NOTE 1 The operator control station of a cableless control is usually called the transmitter and the part mounted on the hoisting machine is called the receiver. The receiver forms the interface to the control system of the hoisting machine.

NOTE 2 Some of these application and system considerations can also be applicable to control functions employing serial data communication techniques where the communications link uses a cable (for example, coaxial, twisted-pair, optical fibre).

Means shall be provided to readily remove or disconnect the power supply of the operator control station (see also 9.2.7.3).

Means (for example, key-operated switch, access code) shall be provided, as necessary, to prevent unauthorized use of the cableless operator control station. The operator control station shall not transmit whilst the means to prevent unauthorized use is activated.

Each cableless operator control station shall carry an unambiguous indication of which hoisting machine(s) is intended to be controlled by that operator control station.

9.2.7.2 Control limitation

Measures shall be taken to ensure that control commands

– affect only the intended hoisting machine;
– affect only the intended functions.

Measures shall be taken to prevent the hoisting machine from responding to signals other than those from the intended operator control station(s).

The following control functions shall be included in the cableless control system.

– Activation of the cableless operator control station shall be indicated on the operator control station and shall not initiate any hoisting machine movement.
– The receiver shall provide operating commands to the control system of the hoisting machine only when it is receiving from the operator control station frames containing the right address and correct command.
– Unless otherwise stated in a dedicated product standard, the crane-switch shall only be energized (i.e., controlled to the “on” state) and the stop function reset when the receiver

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

has received from the operator control station at least one correct frame without any operating commands but containing a start command.

– To avoid inadvertent movements after any situation having caused the hoisting machine to stop (for example, power supply fault, battery replacement or lost signal condition), the receiver shall only output operating commands resulting in any hoisting machine movement after the hoisting machine driver has returned the actuators of the operator control station to “off” position for a suitable period of time (i.e., the receiver has received at least one frame without any operating commands).
– Whenever the crane-switch is de-energized, all operating command outputs for hoisting machine movements shall be prevented.

Where necessary, means shall be provided so that the hoisting machine can only be controlled from operator control stations in one or more predetermined zones or locations.

9.2.7.3 Stop

Operator control stations shall include a separate and clearly identifiable means to initiate the stop function of the hoisting machine or of all the operations that can cause a hazardous situation. The actuating means to initiate this stop function shall not be marked or labelled as an emergency stop device.The stop may be stop category 0 or stop category 1, as determined by the risk assessment. It shall override all other functions and operations in all modes and the reset of this stop function shall not initiate a restart.

The part of the cableless control system to perform the stop function is a safety-related part of the hoisting machine control system and shall be designed so that a single fault in any of the parts does not lead to the loss of the safety function. Whenever reasonably practicable, the single fault shall be detected at, or before, the next demand upon the safety function.

NOTE The feasibility of incorporating emergency stop devices in cableless control stations is under consideration in IEC/TC44.

The response time of a cableless control system shall not exceed 550 ms for a stop command.

A cableless control system shall automatically initiate the stopping of the hoisting machine by de-energizing the crane-switch in the following situations:

– when a fault is detected in the cableless control system;
– when a valid signal has not been detected for a period of 0,5 s (see Annex B), except when a hoisting machine is executing a pre-programmed task taking it outside the range of the cableless control where no hazardous situation can occur. For those applications where 0,5 s is too short, this value may be extended up to a maximum of 2 s. The foreseen usage of the hoisting machine shall be evaluated to ensure that additional risks do not result from this extension of the time value. The de-energizing of the crane-switch may be delayed for a maximum of 5 min provided that the initiation of stopping is assured by monitoring the state of the control system.

9.2.7.4 Communication between the transmitter and the receiver

Frames shall be sent repeatedly during operation. Any frame requiring a motion to be initiated shall be correctly received before the control system can initiate that motion. Each transmitted frame shall include the required states of all commands.

The system shall provide a transmission reliability equal to a hamming distance of the total number of bits in a frame divided by 20 and at least 4, or other means which ensure an equal level of reliability such that the probability of an erroneous frame getting through is less than 10^{-8}.

NOTE Error detection methods in accordance with IEC 60870-5-1 are recommended.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

9.2.7.5 Use of more than one operator control station

NOTE This subclause does not consider switching between hardwired and cableless control stations.

Where a hoisting machine has more than one cableless control station, measures shall be provided to ensure that only one of the control stations can be enabled at a given time. An indication of which operator control station is in control of the hoisting machine shall be provided at suitable locations as determined by the risk assessment of the hoisting machine.

Transferral of control from one transmitter to another shall not be possible until a stop signal for the crane motions has been transmitted and the first transmitter has been de-activated. The activation of the other transmitter shall require a deliberate action, specifically designed for this purpose.

Means shall be provided to enable several transmitter/receiver pairs to operate in the transmission range without unwanted interference with each other. These means shall be protected from accidental or unintentional change.

9.2.7.6 Battery-powered operator control stations

A variation in the battery voltage shall not cause a hazardous situation. If one or more potentially hazardous motions are controlled using a battery-powered cableless operator control station, a clear warning shall be given to the operator when a variation in battery voltage exceeds specified limits. Under those circumstances, the cableless operator control station shall remain functional long enough for the operator to put the hoisting machine into a non-hazardous situation.

NOTE A time period of 10 min is normally acceptable.

When the transmitter battery voltage becomes so low that a reliable transmission cannot be guaranteed, the transmitter shall initiate a stop signal in accordance with 9.2.7.3 and shall not transmit further frames until the transmitter is re-activated (see 9.2.7.2).

9.3 Protective interlocks

NOTE 1 Information on the safety-related aspects of protective interlock control functions, including those implemented using programmable electronic systems, is given in ISO 12100-2:2003, ISO 13849-1:2006, ISO 13849-2:2003, and IEC 62061. See also 9.4.

NOTE 2 This subclause does not specify requirements for the equipment used to implement protective interlock control functions. Examples of such requirements are given in Clause 10.

9.3.1 Reclosing or resetting of an interlocking safeguard

The reclosing or resetting of an interlocking safeguard shall not initiate hazardous hoisting machine motion or other operation.

NOTE Requirements for interlocking guards with a start function (control guards) are given in 5.3.2.5 of ISO 12100-2.

9.3.2 Exceeding operating limits

Where an operating limit (for example, load, position, speed, pressure) can be exceeded leading to a hazardous situation, means (for example, a position sensor or a limit switch) shall be provided to detect when a predetermined limit(s) is exceeded and initiate an appropriate control action determined by the risk assessment of the hoisting machine.

When a limiting device has initiated the stopping of the motion of a operator controlled hoisting machine, a restart shall be possible, but only in the opposite direction.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

9.3.3 Operation of auxiliary functions

The correct operation of auxiliary functions shall be checked by appropriate devices (for example, pressure sensors).

Where the non-operation of a motor or device for an auxiliary function (for example, lubrication, supply of coolant) can cause a hazardous condition or damage to the hoisting machine or to the load, appropriate interlocking shall be provided.

9.3.4 Interlocks between different operations and for contrary motions

All contactors, relays, and other control devices that control elements of the hoisting machine and that can cause a hazardous condition when actuated at the same time (for example, those which initiate contrary motion), shall be interlocked against incorrect operation.

Reversing contactors (for example, those controlling the direction of rotation of a motor) shall be interlocked in such a way that in normal service no short circuit can occur when switching.

Where, for safety or for continuous operation, certain functions on the hoisting machine are required to be interrelated, proper coordination shall be ensured by suitable interlocks. For a group of hoisting machines working together in a coordinated manner and having more than one controller, provision shall be made to coordinate the operations of the controllers as necessary.

Where a failure of a mechanical brake actuator can result in the brake being applied when the associated hoisting machine actuator is energized and a hazardous condition can result, interlocks shall be provided to switch off the hoisting machine actuator.

When the hoisting machine actuator is not energized and a hazardous condition can result if the mechanical brakes are released, interlocks shall be provided to disable release of the mechanical brakes.

9.3.5 Reverse current braking

Where reverse current braking is used on a motor, measures shall be taken to prevent the motor starting in the opposite direction at the end of braking where that reversal can cause a hazardous condition or damage to the hoisting machine or to the load. Devices operating exclusively as a function of time shall not be used for this purpose.

This requirement is only applicable on hoisting machines in automatic operation.

9.4 Control functions in the event of failure

9.4.1 General requirements

Where failures or disturbances in the electrical equipment can cause a hazardous situation or damage to the hoisting machine or to the load, measures shall be taken to minimize the probability of the occurrence of such failures or disturbances. The required measures and the extent to which they are implemented, either individually or in combination, depend on the level of risk associated with the respective application (see 4.1).

The electrical control circuits shall have an appropriate level of safety performance that has been determined from the risk assessment at the hoisting machine. The requirements of IEC 62061 and/or ISO 13849-1:2006, ISO 13849-2:2003 shall apply.

Measures to reduce those risks include, but are not limited to,

– protective devices on the hoisting machine (for example, interlocking guards, trip devices);
– protective interlocking of the electrical circuit;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– use of proven circuit techniques and components (see 9.4.2.1);
– provision of partial or complete redundancy (see 9.4.2.2) or diversity (see 9.4.2.3);
– provision for functional tests (see 9.4.2.4).

Where memory retention is achieved, for example, by battery power, measures shall be taken to prevent hazardous situations arising from failure or removal of the battery.

Means shall be provided to prevent unauthorized or inadvertent memory alteration by, for example, requiring the use of a key, access code or tool.

In general, only single failures are to be regarded. In high risk applications, it can be necessary to ensure that more than one failure cannot result in a hazardous condition.

9.4.2 Measures to minimize risk in the event of failure

9.4.2.1 Use of proven circuit techniques and components

These measures include, but are not limited to,

– bonding of control circuits to the protective bonding circuit for functional purposes (see 9.4.3.1 and Figure 4);
– connection of control devices in accordance with 9.4.3.1;
– stopping by de-energizing (see 9.2.2);
– the switching of all control circuit conductors to the device being controlled (see 9.4.3.1);
– switching devices having direct opening action (see IEC 60947-5-1);
– circuit design to reduce the possibility of failures causing undesirable operations;
– using components (for example, programmable electronic control systems) with a proven performance level (see ISO 13849-1) or safety integrity level (see IEC 62061).

9.4.2.2 Provisions of partial or complete redundancy

By providing partial or complete redundancy, it is possible to minimize the probability that one single failure in the electrical circuit can result in a hazardous situation. Redundancy can be effective in normal operation (on-line redundancy) or designed as special circuits that take over the protective function (off-line redundancy) only where the operating function fails.

Where off-line redundancy which is not active during normal operation is provided, suitable measures shall be taken to ensure that those control circuits are available when required.

9.4.2.3 Provision of diversity

The use of control circuits having different principles of operation, or using different types of components or devices can reduce the probability of hazards resulting from faults and/or failures. Examples include

– the combination of normally open and normally closed contacts operated by interlocking guards;
– the use of different types of control circuit components in the circuit;
– the combination of electromechanical and electronic equipment in redundant configurations.

The combination of electrical and non-electrical systems (for example, mechanical, hydraulic, pneumatic) can perform the redundant function and provide the diversity.

9.4.2.4 Provision for functional tests

Means shall be provided to carry out the necessary functional tests (see also 17.2 and 18.6)

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– at start-up and/or at predetermined intervals;

– either automatically by the control system or manually (by inspection or testing) or a combination as appropriate.

9.4.3 Protection against mal-operation due to earth faults, voltage interruptions, and loss of circuit continuity

9.4.3.1 Earth faults

Earth faults on any control circuit shall not cause unintentional starting, potentially hazardous motions, or prevent stopping of the hoisting machine.

Methods to meet these requirements include, but are not limited to, the following.

Method a) Control circuits, fed by control transformers:

1) In the case of earthed control circuit supplies, the common conductor is connected to the protective bonding circuit. All contacts, solid-state elements etc., which are intended to operate an electromagnetic or other device (for example, a relay, indicator light) are inserted between one side, the switched conductor of the control circuit supply and one terminal of the coil or device. The other terminal of the coil or device (preferably always having the same marking) is connected direct to the common conductor of the control circuit supply without any switching elements (see Figure 5).

   Exception: Contacts of protective devices may be connected between the common conductor and the coils, provided that

   – the circuit is interrupted automatically in the event of an earth fault;

   – the connection is very short (for example, in the same enclosure) so that an earth fault is unlikely (for example, overload relays).

2) Control circuits fed from a control transformer and not connected to the protective bonding circuit, having the same arrangement as shown in Figure 5 and provided with an insulation monitoring device that interrupts the circuit automatically in the event of an earth fault (see also 7.2.4).

   NOTE 1 Indication of insulation failure may be used instead of interruption to put the hoisting machine into a safe condition.

Method b) Control circuits fed from a control transformer with a centre-tapped winding, this centre tap connected to the protective bonding circuit, arranged as shown in Figure 6 with the overcurrent protective device having switching elements in all control circuit supply conductors.

NOTE 2 On a centre-tapped earthed control circuit, the presence of one earth fault can leave 50 % voltage on a relay coil. In this condition a relay can hold on, resulting in inability to stop a hoisting machine. In such a case it is necessary to switch coils or devices on both sides. In the case of detection of a single earth fault by an overcurrent device it is sufficient to switch coils and devices on one side only.

Method c) Where the control circuit is not fed from a control transformer and is either

1) connected direct between the phase conductors of an earthed supply;

2) connected direct between the phase conductors or between a phase conductor and a neutral conductor of a supply that is not earthed or is earthed through a high impedance,

multi-pole control switches that switch all live conductors are used for START or STOP of those hoisting machine functions that can cause a hazardous situation or damage to the hoisting machine in the event of unintentional starting or failure to stop, or in the case of c)2), an insulation monitoring device shall be provided that interrupts the circuit automatically in the event of an earth fault.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

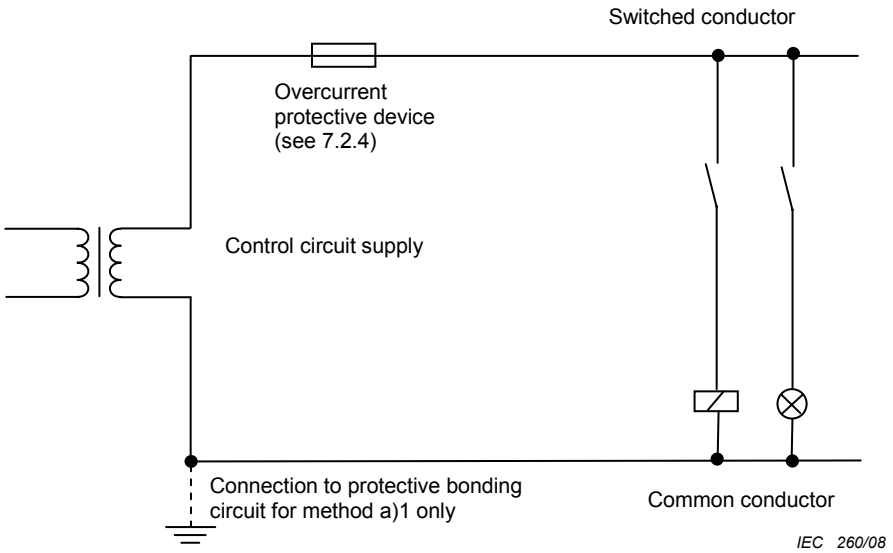


Figure 5 – Protection against mal-operation due to earth faults – Method a)

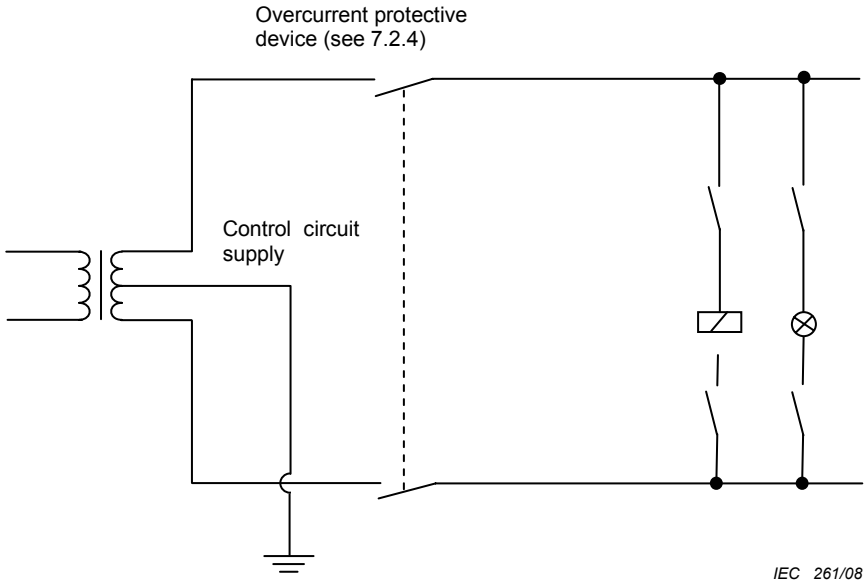


Figure 6 – Protection against mal-operation due to earth faults – Method b)

9.4.3.2 Voltage interruptions

The requirements detailed in 7.5 shall apply.

Where the control system uses a memory device(s), proper functioning in the event of power failure shall be ensured (for example, by using a non-volatile memory) to prevent any loss of memory that can result in a hazardous situation.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

9.4.3.3 Loss of circuit continuity

Where the loss of continuity of safety-related control circuits depending upon sliding contacts can result in a hazardous situation, appropriate measures shall be taken (for example, by duplication of the sliding contacts).

9.4.4 Protection against mal-operation of a motion control system

In a motion control system for an electric motor(s), inadmissible control deviations which can cause a hazardous condition shall be detected automatically, the power to the motor(s) shall be switched off by a category 0 stop, and the mechanical brake(s) shall be applied (see 14.7).

In a hydraulic or pneumatic drive employing an energy converter, the motion shall be stopped if the electrical supply to the energy converter fails.

Triggering of any internal protective function of any component of the motion control system (for example, overvoltage or overcurrent protection of adjustable speed drives, which are designed to protect the device itself) shall not cause loss of control of the motion nor uncontrolled motions.

10 Operator interface and hoisting machine mounted control devices

10.1 General

10.1.1 General device requirements

This clause contains requirements for devices mounted outside or partially outside control enclosures.

As far as is practicable, those devices shall be selected, mounted, and identified or coded in accordance with relevant parts of IEC 61310.

The possibility of inadvertent operation shall be minimized by, for example, positioning of devices, suitable design, provision of additional protective measures. Particular consideration shall be given to the selection, arrangement, programming and use of operator input devices such as touch screens, keypads and keyboards, for the control of hazardous hoisting machine operations. See IEC 60447.

Hand-held direct-control devices are permitted only for hoisting machines operating at rated values not exceeding 500 V a.c. and 7,5 kW. They shall be protected against indirect contact in accordance with 6.3.2.2.(see also 9.1.1)

10.1.2 Location and mounting

As far as is practicable, hoisting machine-mounted control devices shall be

– readily accessible for service and maintenance;
– mounted in such a manner as to minimize the possibility of damage from activities such as material handling.

The actuators of hand-operated control devices shall be selected and installed so that

– they are not less than 0,6 m above the servicing level and are within easy reach of the normal working position of the operator;
– the operator is not placed in a hazardous situation when operating them.

The actuators of foot-operated control devices shall be selected and installed so that

– they are within easy reach of the normal working position of the operator;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– the operator is not placed in a hazardous situation when operating them.

10.1.3 Protection

The degree of protection (see IEC 60529) together with other appropriate measures shall afford protection against

– the effects of aggressive liquids, vapours, or gases found in the physical environment or used on the hoisting machine;
– the ingress of contaminants (for example, dust, particulate matter).

In addition, the operator interface control devices shall have a minimum degree of protection against direct contact of IPXXD (see IEC 60529).

10.1.4 Position sensors

Position sensors (for example, position switches, proximity switches) shall be so arranged that they will not be damaged in the event of over-travel.

Position sensors in circuits with safety-related control functions shall have direct opening action (see IEC 60947-5-1) or shall provide similar dependability (see 9.4.2).

NOTE A safety-related control function is intended to maintain the safe condition of the hoisting machine or prevent hazardous situations arising at the hoisting machine.

10.1.5 Portable and pendant control stations

Portable and pendant operator control stations and their control devices shall be so selected and arranged as to minimize the possibility of inadvertent hoisting machine operations caused by shocks and vibrations (for example, if the operator control station is dropped or strikes an obstruction) (see also 4.4.8).

Portable operation control stations (equipment) shall

– be provided with means to reduce the probability of accidental dropping, for example a belt or neck strap
– meet the following tests without visible damage or incorrect operation:
  a) free fall test in accordance with IEC 60068-2-32, Test Ed
  b) shock test in accordance with IEC 60068-2-27, Test Ea

10.2 Push-buttons

10.2.1 Colours

Push-button actuators shall be colour-coded in accordance with Table 2 (see also 9.2 and Annex B).

The colours for START/ON actuators should be WHITE, GREY, BLACK or GREEN with a preference for WHITE. RED shall not be used.

The colour RED shall be used for emergency stop and emergency switching off actuators.

The colours for STOP/OFF actuators should be BLACK, GREY, or WHITE with a preference for BLACK. GREEN shall not be used. RED is permitted, but it is recommended that RED is not used near an emergency operation device.

WHITE, GREY, or BLACK are the preferred colours for push-button actuators that alternately act as START/ON and STOP/OFF push-buttons. The colours RED, YELLOW, or GREEN shall not be used (see also 9.2.6).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

WHITE, GREY, or BLACK are the preferred colours for push-button actuators that cause operation while they are actuated and cease the operation when they are released (for example, hold-to-run). The colours RED, YELLOW, or GREEN shall not be used.

Reset push-buttons shall be BLUE, WHITE, GREY, or BLACK. Where they also act as a STOP/OFF button, the colours WHITE, GREY, or BLACK are preferred with the main preference being for BLACK. GREEN shall not be used.

Where the same colour WHITE, GREY, or BLACK is used for various functions (for example, WHITE for START/ON and for STOP/OFF actuators) a supplementary means of coding (for example, shape, position, symbol) shall be used for the identification of push-button actuators.

Table 2 – Colour-coding for push-button actuators and their meanings

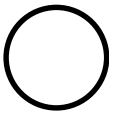
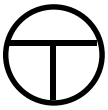
Colour	Meaning	Explanation	Examples of application
RED	Emergency	Actuate in the event of a hazardous situation or emergency	Emergency stop Initiation of emergency function
YELLOW	Abnormal	Actuate in the event of an abnormal condition	Intervention to suppress abnormal condition Intervention to restart an interrupted automatic cycle
BLUE	Mandatory	Actuate for a condition requiring mandatory action	Reset function
GREEN	Normal	Actuate to initiate normal conditions	
WHITE	No specific meaning assigned	For general initiation of functions except for emergency stop (see note)	START/ON (preferred) STOP/OFF
GREY			START/ON STOP/OFF
BLACK			START/ON STOP/OFF (preferred)
NOTE Where a supplementary means of coding (for example, shape, position, texture) is used for the identification of push-button actuators, then the same colour WHITE, GREY, or BLACK may be used for various functions (for example, WHITE for START/ON and for STOP/OFF actuators).			

10.2.2 Markings

In addition to the functional identification as described in 16.3, it is recommended that push-buttons be marked, near to or preferably direct on the actuators, with the symbols shown in Table 3.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Table 3 – Symbols for push-buttons

START or ON	STOP or OFF	Push-buttons acting alternately as START or STOP buttons and as ON or OFF buttons	Push-buttons acting as START or ON buttons when pressed and as STOP or OFF buttons when released (i.e. hold-to-run)
IEC 60417-5007 (2002-10)	IEC 60417-5008 (2002-10) 	IEC 60417-5010 (2002-10)	IEC 60417-5011 (2002-10) 

10.3 Indicator lights and displays

10.3.1 General

Indicator lights and displays serve to give the following types of information.

– Indication: to attract the operator's attention or to indicate that a certain task should be performed. The colours RED, YELLOW, BLUE, and GREEN are normally used in this mode; for flashing indicator lights and displays, see 10.3.3.

– Confirmation: to confirm a command, or a condition, or to confirm the termination of a change or transition period. The colours BLUE and WHITE are normally used in this mode and GREEN may be used in some cases.

Indicator lights and displays shall be selected and installed in such a manner as to be visible from the normal position of the operator (see also IEC 61310-1).

Indicator light circuits used for warning lights shall be fitted with facilities to check the operability of these lights.

10.3.2 Colours

Unless otherwise agreed between the supplier and the user (see Annex B), indicator lights shall be colour-coded with respect to the condition (status) of the hoisting machine in accordance with Table 4.

Table 4 – Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the hoisting machine

Colour	Meaning	Explanation	Action by operator
RED	Emergency	Hazardous condition	Immediate action to deal with hazardous condition (for example, switching off the hoisting machine supply, being alert to the hazardous condition)
YELLOW	Abnormal	Abnormal condition Impending critical condition	Monitoring and/or intervention (for example, by re-establishing the intended function)
BLUE	Mandatory	Indication of a condition that requires action by the operator	Mandatory action
GREEN	Normal	Normal condition	Optional
WHITE	Neutral	Other conditions may be used whenever doubt exists about the application of RED, YELLOW, GREEN, BLUE	Monitoring

Indicating towers on hoisting machines should have the applicable colours in the following order from the top down: RED, YELLOW, BLUE, GREEN and WHITE.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

10.3.3 Flashing lights and displays

For further distinction or information and especially to give additional emphasis, flashing lights and displays can be provided for the following purposes:

– to attract attention;
– to request immediate action;
– to indicate a discrepancy between the command and actual state;
– to indicate a change in process (flashing during transition).

It is recommended that higher frequency flashing lights or display be used for higher priority information (see IEC 60073 for recommended flashing rates and pulse/pause ratios).

Where flashing lights or displays are used to provide higher priority information, audible warning devices should also be provided.

10.4 Illuminated push-buttons

Illuminated push-button actuators shall be colour-coded in accordance with Tables 2 and 4. Where there is difficulty in assigning an appropriate colour, WHITE shall be used. The colour RED for the emergency stop actuator shall not depend on the illumination of its light.

10.5 Rotary control devices

Devices having a rotational member, such as potentiometers and selector switches, shall have means of prevention of rotation of the stationary member. Friction alone shall not be considered sufficient.

10.6 Start devices

Actuators used to initiate a start function or the movement of hoisting machine elements (for example, trolleys) shall be constructed and mounted so as to minimize inadvertent operation. However, mushroom-type actuators may be used for two-hand control (see also ISO 13851).

10.7 Emergency stop devices

10.7.1 Location of emergency stop devices

Devices for emergency stop shall be readily accessible.

Emergency stop devices shall be located at each operator control station and at other locations where the initiation of an emergency stop can be required, for example, near unprotected rope winches (exception: see 9.2.7.3).

Fixed (Non-detachable) emergency stop devices shall be active all times, including when the corresponding operator control station is not active.

For detachable emergency stop devices (e.g. operator control stations as standby devices with plug and socket combination) means shall be provided to avoid confusion whether the emergency stop device is active or not (e.g. information for use, keeping inactive operator control stations under lock and key).

Where required, emergency stop devices shall also be located outside the hoisting machine (for example, operable at floor level in the case of overhead travelling cranes).

The stopping of all motion drives from floor level may be dispensed with for those drives of the hoisting machine which may cause additional hazards, for example on gantry cranes, it may be

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

sufficient to stop the gantry motion. On mobile cranes such devices may not be required at floor level.

10.7.2 Types of emergency stop device

The types of device for emergency stop include

– a push-button operated switch with a palm or mushroom head type;
– a pull-cord operated switch;
– a pedal-operated switch without a mechanical guard.

The devices shall have direct opening operation (see IEC 60947-5-1, Annex K).

10.7.3 Colour of actuators

Actuators of emergency stop devices shall be coloured RED. If a background exists immediately around the actuator, then this background shall be coloured YELLOW. See also ISO 13850.

10.7.4 Local operation of the crane-supply-switch and the crane-disconnector to effect emergency stop

The crane-supply-switch and/or the crane-disconnector may be locally operated to serve the function of emergency stop when

– it is readily accessible to the operator; and
– it is of the type described in 5.3.2a),b),c), or d).

When also intended for such use, the crane-supply-switch and/or the crane-disconnector shall conform to the colour requirements of 10.7.3.

NOTE This device is usually not located at the operator control station and, therefore, it cannot be used as the only emergency stop device (see 10.7.1 and 10.8.1.)

10.8 Emergency switching-off devices

10.8.1 Location of emergency switching-off devices

The device shall be capable of being operated from an easily and quickly accessible location near to the hoisting machine, either direct, or remotely. According to a risk assessment the provision of emergency switching-off facilities may also be necessary for other locations in which live conductors may be exposed in normal service (see also 9.2.5.4.3 and 12.7.1).

Normally, these devices will be located separate from operator control stations. Where it is necessary to provide a control station with an emergency stop device and an emergency switching-off device, means shall be provided to avoid confusion between these devices.

NOTE This can be achieved by, for example, the provision of a break-glass enclosure for the emergency switching off device.

10.8.2 Types of emergency switching off device

The types of device for emergency switching off include

– a push-button operated switch with a palm or mushroom head type of actuator;
– a pull-cord operated switch.

The devices shall have direct opening action (see IEC 60947-5-1, Annex K).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

The push-button operated switch may be in a break-glass enclosure.

10.8.3 Colour of actuators

Actuators of emergency switching-off devices shall be coloured RED. If a background exists immediately around the actuator then this background shall be coloured YELLOW.

Where confusion can occur between emergency stop and emergency switching-off devices, means shall be provided to minimize confusion.

10.8.4 Local operation of the crane-supply-switch and the crane-disconnector to effect emergency switching off

Where the crane-supply-switch or the crane-disconnector is to be locally operated for emergency switching-off, it shall be readily accessible and should conform to the colour requirements of 10.8.3.

The crane-disconnector shall have sufficient breaking capability if used for emergency switching off.

10.9 Enabling control device

When an enabling control device is provided as a part of a system, it shall signal the enabling control to allow operation when actuated in one position only. In any other position, operation shall be stopped or prevented.

Enabling control devices shall be selected and arranged so as to minimize the possibility of defeating.

Enabling control devices shall be selected that have the following features:

– designed in accordance with ergonomic principles;
– for a two-position type:
  – position 1: off-function of the switch (actuator is not operated);
  – position 2: enabling function (actuator is operated).
– for a three-position type:
  – position 1: off-function of the switch (actuator is not operated);
  – position 2: enabling function (actuator is operated in its mid position);
  – position 3: off-function (actuator is operated past its mid position);
  – when returning from position 3 to position 2, the enabling function is not activated.

NOTE The enabling control function is described in 9.2.6.3.

11 Controlgear: location, mounting, and enclosures

11.1 General requirements

All controlgear shall be located and mounted so as to facilitate

– its accessibility and maintenance;
– its protection against the external influences or conditions under which it is intended to operate;
– operation and maintenance of the hoisting machine and its associated equipment.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

11.2 Location and mounting

11.2.1 Accessibility and maintenance

All items of controlgear shall be placed and oriented so that they can be identified without moving them or the wiring. For items that require checking for correct operation or that are liable to need replacement, those actions should be possible without dismantling other equipment or parts of the hoisting machine (except opening doors or removing covers, barriers or obstacles). Terminals not part of controlgear components or devices shall also conform to these requirements.

All controlgear shall be mounted so as to facilitate its operation and maintenance from the front. Where a special tool is necessary to adjust, maintain, or remove a device, such a tool shall be supplied. Where access is required for regular maintenance or adjustment, the relevant devices shall be located between 0,4 m and 2,0 m above the servicing level. It is recommended that terminals be at least 0,2 m above the servicing level and be so placed that conductors and cables can be easily connected to them.

No devices except devices for operating, indicating, measuring, and cooling shall be mounted on doors or on normally removable access covers of enclosures. Where control devices are connected through plug-in arrangements, their association shall be made clear by type (shape), marking or reference designation, singly or in combination (see 13.4.5).

Plug-in devices that are handled during normal operation shall be provided with non-interchangeable features where the lack of such a facility can result in malfunctioning.

Plug/socket combinations that are handled during normal operation shall be located and mounted so as to provide unobstructed access.

Test points for connection of test equipment, where provided, shall be

– mounted so as to provide unobstructed access;
– clearly identified to correspond with the documentation (see 17.3);
– adequately insulated;
– sufficiently spaced.

11.2.2 Physical separation or grouping

Non-electrical parts and devices, not associated direct with the electrical equipment, shall not be located within enclosures containing controlgear. Devices such as solenoid valves should be separated from the other electrical equipment (for example, in a separate compartment).

Control devices mounted in the same location and connected to the supply voltage, or to both supply and control voltages, shall be grouped separately from those connected only to the control voltages.

Terminals shall be separated into groups for

– power circuits;
– associated control circuits;
– other control circuits, fed from external sources (for example, for interlocking).

The groups may be mounted adjacently, provided that each group can be readily identified (for example, by markings, by use of different sizes, by use of barriers or by colours).

When arranging the location of devices (including interconnections), the clearances and creepage distances specified for them by the supplier shall be maintained, taking into account the external influences or conditions of the physical environment.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

11.2.3 Heating effects

Heat generating components (for example, heat sinks, power resistors) shall be so located that the temperature of each component in the vicinity remains within the permitted limit.

Accessible parts of electrical equipment shall comply with the appropriate limits stated in table 42A of IEC 60364-4-42. All parts likely to attain temperatures exceeding these limits, shall be guarded so as to prevent any accidental contact or marked in accordance with 16.2.2.

Consideration shall be given to avoid excessive heating of the environment of the hoisting machine (for example, braking resistors of adjustable speed drives can cause fire hazards in dusty environment or when the hoisting machine is parked adjacent to sensitive material).

NOTE For example, the (braking) resistors used with adjustable speed (a.c.) drives usually require either a warning sign or protective measures.

11.3 Degrees of protection

The protection of controlgear against ingress of solid foreign objects and of liquids shall be adequate taking into account the external influences under which the hoisting machine is intended to operate (i.e., the location and the physical environmental conditions) and shall be sufficient against dust and coolants.

NOTE 1 Requirements for protection against electric shock are given in Clause 6.

NOTE 2 The degrees of protection against ingress of water are covered by IEC 60529. Additional protective measures can be necessary against other liquids.

Enclosures of controlgear shall provide a degree of protection of at least IP2X (see IEC 60529).

Exceptions:

a) Where an electrical operating area is used as a protective enclosure for an appropriate degree of protection against the ingress of solid bodies and liquids.

b) Where removable collectors on conductor wire or conductor bar systems are used and IP2X is not achieved but the measures of 6.2.5 are applied.

NOTE 2 Some examples of applications, along with the degree of protection typically provided by their enclosures, are listed below.

–	Ventilated enclosure, containing only motor starter resistor and other large size equipment	IP10
–	Ventilated enclosure, containing other equipment	IP32
–	Enclosure used in general industry	IP32, IP43 and IP54
–	Enclosure used in locations that are cleaned with low-pressure water jets (hosing)	IP55
–	Enclosure providing protection against fine dust	IP65
–	Enclosure containing slip-ring assemblies	IP2X

Depending upon the conditions where installed, another degree of protection can be appropriate.

11.4 Enclosures, doors and openings

Enclosures shall be constructed using materials capable of withstanding the mechanical, electrical and thermal stresses as well as the effects of humidity and other environmental factors that are likely to be encountered in normal service.

Fasteners used to secure doors and covers should be of the captive type. Windows provided for viewing internally mounted indicating devices shall be of a material suitable to withstand

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

mechanical stress and chemical attack (for example, toughened glass, polycarbonate sheet of not less than 3 mm thickness).

It is recommended that enclosure doors are not wider than 0,9 m and have vertical hinges, with an angle of opening of at least 95°.

The joints or gaskets of doors, lids, covers and enclosures shall withstand the chemical effects of the aggressive liquids, vapours, or gases in the environment of the hoisting machine (see Annex B). The means provided to maintain the degree of protection of an enclosure on doors, lids and covers that require opening or removal for operation or maintenance shall

– be securely attached to either the door/cover or the enclosure;
– not deteriorate due to removal or replacement of the door or the cover and so impair the degree of protection.

Where openings in enclosures are provided (for example, for cable access), including those towards the floor or foundation or to other parts of the hoisting machine, means shall be provided to ensure the degree of protection specified for the equipment. Openings for cable entries shall be easily re-opened on site. A suitable opening may be provided in the base of enclosures within the hoisting machine so that moisture due to condensation can drain away.

There shall be no opening between enclosures containing electrical equipment and compartments containing coolant, lubricating or hydraulic fluids, or those into which oil, other liquids, or dust can penetrate. This requirement does not apply to electrical devices specifically designed to operate in oil (for example, electromagnetic clutches) nor to electrical equipment in which coolants are used.

Where there are holes in an enclosure for mounting purposes, means may be necessary to ensure that after mounting, the holes do not impair the required protection.

Equipment that, in normal or abnormal operation, can attain a surface temperature sufficient to cause a risk of fire or harmful effect to an enclosure material,

– shall be located within an enclosure that will withstand, without risk of fire or harmful effect, such temperatures as can be generated;
– shall be mounted and located at a sufficient distance from adjacent equipment so as to allow safe dissipation of heat (see also 11.2.3);
– shall be otherwise screened by material that can withstand, without risk of fire or harmful effect, the heat emitted by the equipment.

NOTE A warning label in accordance with 16.2.2 may be necessary.

11.5 Access to switchgear and to controlgear

11.5.1 General

Dimensions of operating and maintenance gangways in front of and between switchgear and controlgear shall be sufficient for safe operation and maintenance of electrical equipment. The minimum dimensions are defined in 11.5.2 and 11.5.3.

Depending on the risk assessment, enclosures containing only terminals and other components which require minimal maintenance (for example, resistors) need not conform to this subclause.

11.5.2 Access to gangways

Operating and maintenance gangways of a length of 20 m and longer shall be accessible from both ends. For gangways shorter than 20 m, but exceeding 6 m, access from both ends is recommended.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Doors in gangways and for access to electrical operating areas which readily allow a person to fully enter shall

– be at least 0,7 m wide and 2,0 m high;
– open outwards;
– have a means (for example, panic bolts) to allow opening from the inside without the use of a key or tool;
– have a sufficient clearance for opening fully.

11.5.3 Gangways in front of switchgear and controlgear

The clear width in front of switchgear and controlgear enclosures shall be at least 0,6 m, and for passing open enclosure doors shall be at least 0,4 m measured with the maximum door opening angle.

Enclosures which readily allow a person to fully enter, for example, for resetting, adjusting or maintenance, shall have a clear width of at least 0,7 m and a clear height of at least 2,0 m.

In cases where

– equipment is likely to be live during access; and
– conducting parts are exposed,

the clear width shall be at least 1,0 m. In cases where such parts are present on both sides of the access way, the clear width shall be at least 1,5 m.

11.5.4 Gangway and door restrictions

Where the dimensions of gangways and/or doors have to be locally reduced, for example, at bulkheads necessary for stiffening in box girders, the clear height may be reduced to not less than 1,4 m and/or the clear width to not less than 0,6 m at these points.

NOTE Where the measures provided for protection against unintended contact with live parts along the gangway are not sufficient for the areas immediately adjacent to these restrictions, additional measures for protection can be required (see 6.2).

12 Conductors and cables

12.1 General requirements

Conductors and cables shall be selected so as to be suitable for the operating conditions (for example, voltage, current, protection against electric shock, grouping of cables) and external influences (for example, ambient temperature, presence of water or corrosive substances, mechanical stresses (including stresses during installation), fire hazards) that can exist.

NOTE Further information is given in CENELEC HD 516 S2.

These requirements do not apply to the integral wiring of assemblies, subassemblies, and devices that are manufactured and tested in accordance with their relevant IEC standard (for example, IEC 60439-1).

When cables are installed on hoisting machines used in the open air (for example, outside buildings or other protective structures), they shall be suitable for outdoor use (for example, UV-resistant, adequate temperature range), or be appropriately protected.

12.2 Conductors

In general, conductors shall be of copper. Where aluminium conductors are used, the cross-sectional area shall be at least 16 mm^2.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

To ensure adequate mechanical strength, the cross-sectional area of conductors should not be less than as shown in Table 5. However, conductors with smaller cross-sectional areas or other constructions than shown in Table 5 may be used in equipment provided adequate mechanical strength is achieved by other means and proper functioning is not impaired.

Table 5 – Minimum cross-sectional areas of copper conductors

		Type of conductor, cable				
		Single core		Multi-core		
Location	Application	Flexible Class 5 or 6	Solid (class 1) or stranded (class 2)	Two core, shielded	Two core, not shielded	Three or more cores, shielded or not
Wiring outside (protecting) enclosures	Power circuits, fixed	1,0	1,5	0,75	0,75	0,75
	Power circuits, subjected to frequent movements	1,0	-	0,75	0,75	0,75
	Control circuits	1,0	1,0	0,2	0,5	0,2
	Data communication	-	-	-	-	0,08
Wiring inside enclosures[1]	Power circuits (connections not moved)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Control circuits	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Data communication	-	-	-	-	0,08
NOTE All cross-sections in mm^2.						
[1] Except special requirements of individual standards; see also 12.1.						

NOTE Classification of conductors is given in Table 6.

Table 6 – Classification of conductors

Class	Description	Use/application
1	Solid copper or aluminium conductors	Fixed installations
2	Stranded copper or aluminium conductors	
5	Flexible stranded copper conductors	Machine installations with presence of vibration; connection to moving parts
6	Flexible stranded copper conductors conductors that are more flexible than class 5	For frequent movements
NOTE Derived from IEC 60228.		

Class 1 and class 2 conductors are primarily intended for use between rigid, non-moving parts, and they may also be used where minimal flexing occurs provided that the cross-sectional area is less than 0,5 mm^2.

All conductors that are subject to frequent movement (for example, one movement/hour of machine operation) shall have flexible stranding of class 5 or class 6.

12.3 Insulation

The types of insulation include, but are not limited to,

– polyvinyl chloride (PVC);

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– rubber, natural and synthetic;
– silicone rubber (SiR);
– mineral;
– cross-linked polyethylene (XLPE);
– ethylene propylene compound (EPR).

Where the insulation of conductors and cables (for example, PVC) can constitute hazards due to the propagation of a fire or the emission of toxic or corrosive fumes, guidance from the cable supplier should be sought. It is important to give special attention to the integrity of a circuit having a safety-related control function.

The insulation of cables and conductors used, shall be suitable for a test voltage:

– not less than 2 000 V a.c. for a duration of 5 min for operating at voltages higher than 50 V a.c. or 120 V d.c.; or
– not less than 500 V a.c. for a duration of 5 min for PELV circuits (see IEC 60364-4-41, class III equipment).

The mechanical strength and thickness of the insulation shall be such that the insulation cannot be damaged in operation or during laying, especially for cables pulled into ducts.

NOTE The effects of voltage and current waveform should be taken into account when selecting cables, for example adjustable speed drives can cause additional voltage stresses to the motor cable (see IEC 61800 series),

12.4 Current-carrying capacity in normal service

The current-carrying capacity depends on several factors, for example, insulation material, number of conductors in a cable, design (sheath), methods of installation, grouping and ambient temperature.

NOTE 1 Detailed information and further guidance can be found in IEC 60364-5-52, in some national standards or given by the manufacturer.

One typical example of the current-carrying capacities for PVC insulated wiring between enclosures and individual items of equipment under steady-state conditions is given in Table 7.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Table 7 – Examples of current-carrying capacity (I_Z) of PVC-insulated copper conductors or cables under steady-state conditions in an ambient air temperature of +40 °C for different methods of installation

	Installation method (see C.1.2)			
	B1	**B2**	**C**	**E**
Cross-sectional area mm²	**Current-carrying capacity I_z for three-phase circuits** A			
0,75	8,6	8,5	9,8	10,4
1,0	10,3	10,1	11,7	12,4
1,5	13,5	13,1	15,2	16,1
2,5	18,3	17,4	21	22
4	24	23	28	30
6	31	30	36	37
10	44	40	50	52
16	59	54	66	70
25	77	70	84	88
35	96	86	104	110
50	117	103	125	133
70	149	130	160	171
95	180	156	194	207
120	208	179	225	240
Electronic (pairs)				
0,20	Not applicable	4,3	4,4	4,4
0,5	Not applicable	7,5	7,5	7,8
0,75	Not applicable	9,0	9,5	10

NOTE 1 The values of the current-carrying capacity of Table 7 are based on

– one symmetrical three-phase circuit for cross-sectional areas 0,75 mm² and greater;

– one control circuit pair for cross-sectional areas between 0,2 mm² and 0,75 mm².

Where more loaded cables/pairs are installed, the values of Table 7 should be derated in accordance with Tables C.2 or C.3.

NOTE 2 For ambient temperatures other than 40 °C, correct the current-carrying capacities by using values given in Table C.1.

NOTE 3 These values are not applicable to flexible cables wound on drums (see 12.6.3).

NOTE 4 For the current-carrying capacities of other cables, see IEC 60364-5-52.

NOTE 2 For specific applications where the correct conductor dimensioning can depend on the relationship between the period of the duty cycle and the thermal time constant of the conductor (for example, starting against high-inertia load, intermittent duty), the conductor manufacturer should be consulted. Conductor selection for intermittent duty should be made in accordance with the conductor manufacturers instructions. If such information is not available, the criteria presented in Annex D can be used.

12.5 Voltage drop

The voltage drop from the crane-supply-switch to the motors or, in the case of a semiconductor converter driven motor, to the line side of the converter, shall not exceed 5 % of the nominal voltage under normal operating conditions. In order to conform to this requirement, it may be

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

necessary to use conductors having a larger cross-sectional area than that derived from Table 7.

NOTE If more information is not available, the voltage drop may be calculated by using the starting current of the largest drive combined with the nominal current of the next largest drive. When there is more than one hoisting machine on a common power supply, a proven simultaneity factor may be used.

12.6 Flexible cables

12.6.1 General

Flexible cables shall have class 5 or class 6 conductors.

NOTE 1 Class 6 conductors have smaller diameter strands and are more flexible than class 5 conductors (see Table 6).

Cables that are subjected to severe duties shall be of adequate construction to protect against

– abrasion due to mechanical handling and dragging across rough surfaces;
– kinking due to operation without guides;
– stress resulting from guide rollers and forced guiding, being wound and re-wound on cable drums.

NOTE 2 Cables for such conditions are specified in relevant national standards.

NOTE 3 The operational life of the cable will be reduced where unfavourable operating conditions such as high tensile stress, small radii, bending into another plane and/or where frequent duty cycles coincide.

12.6.2 Mechanical rating

The cable-handling system of the hoisting machine shall be so designed to keep the tensile stress of the conductors as low as is practicable during hoisting machine operations. Where copper conductors are used, the tensile stress applied to the conductors shall not exceed 15 N/mm^2 of the copper cross-sectional area. Where the demands of the application exceed the tensile stress limit of 15 N/mm^2, cables with special construction features should be used and the allowed maximal tensile stress should be agreed with the cable manufacturer.

The maximum stress applied to the conductors of flexible cables with material other than copper shall be within the cable manufacturer's specification.

NOTE The following conditions affect the tensile stress on the conductors:

– acceleration forces;
– speed of motion;
– dead (hanging) weight of the cables;
– method of guiding;
– design of cable drum system.

12.6.3 Current-carrying capacity of cables wound on drums

Cables to be wound on drums shall be selected with conductors having a cross-sectional area such that, when fully wound on the drum and carrying the normal service load, the maximum allowable conductor temperature is not exceeded.

For cables of circular cross-sectional area installed on drums, the maximum current-carrying capacity in free air should be derated in accordance with Table 8.

NOTE The current-carrying capacity of cables in free air can be found in manufacturers' specifications or in relevant national standards.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Table 8 – Derating factors for cables wound on drums

Drum type	Number of layers of cable				
	Any number	1	2	3	4
Cylindrical ventilated	–	0,85	0,65	0,45	0,35
Radial ventilated	0,85	–	–	–	–
Radial non-ventilated	0,75	–	–	–	–

NOTE 1 A radial type drum is one where spiral layers of cable are accommodated between closely spaced flanges; if fitted with solid flanges, the drum is described as non-ventilated and, if the flanges have suitable apertures, as ventilated.

NOTE 2 A ventilated cylinder drum is one where the layers of cable are accommodated between widely spaced flanges and the drum and end flanges have ventilating apertures.

NOTE 3 It is recommended that the use of derating factors be discussed with the cable and the cable drum manufacturers. This may result in other factors being used.

12.7 Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies

12.7.1 Protection against direct contact

Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies shall be installed or enclosed in such a way that, during normal access to the hoisting machines, for example, via gangways along a crane track or along a crane girder, protection against direct contact is achieved by the application of one of the following protective measures.

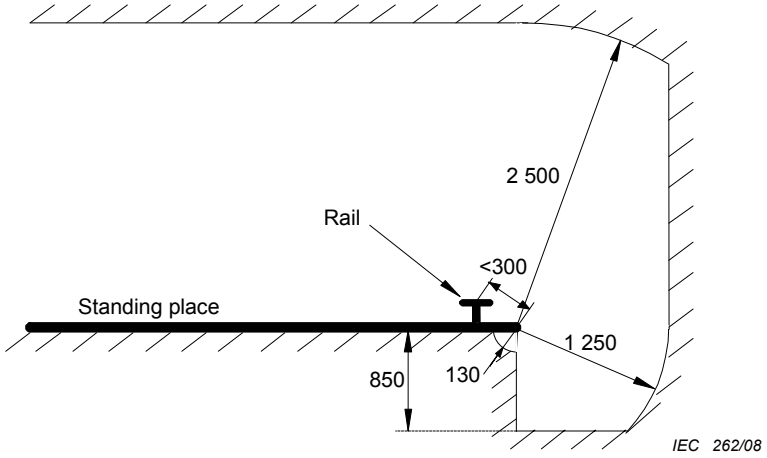
– Protection by partial insulation of live parts. This is the preferred measure.
– Protection by enclosures or barriers of at least IPXXB or IP2X (see IEC 60364-4-41, Clause A.2).

Horizontal top surfaces of barriers or enclosures which are readily accessible shall provide a degree of protection of at least IPXXD or IP4X.

Where the required degree of protection is not achieved, one of the following additional protective measures shall be applied:

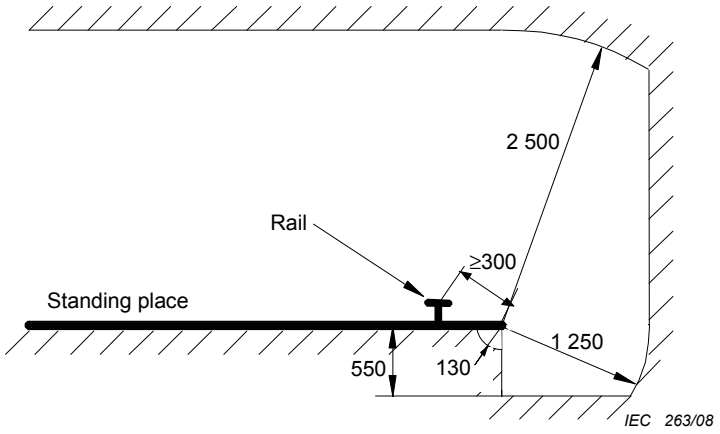
a) protection by placing live parts out of reach (see IEC 60364-4-41, Clause B.3) in combination with emergency switching-off in accordance with 9.2.5.4.3 or where this is not practicable;
b) protection by compliance with the limits (derived from ISO 13852) given in Figures 7a, 7b or 7c. This measure is intended to be used in areas where only skilled or instructed persons have access and where special conditions exist (for example, hot area of steel mills or in chemical plants).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



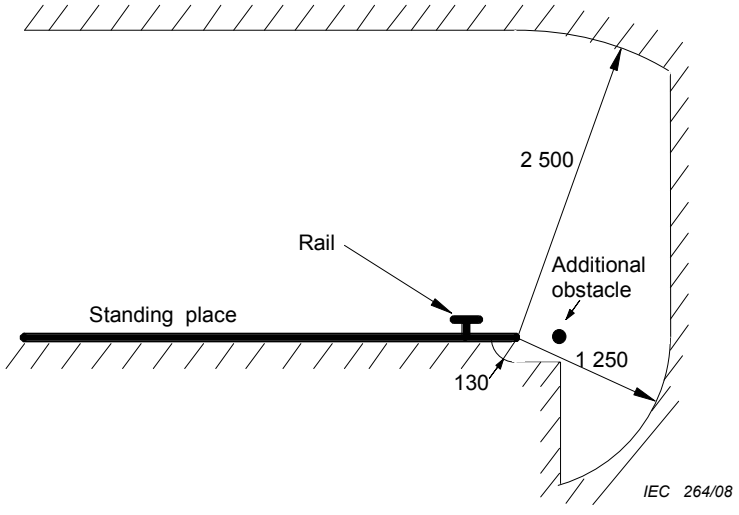
Dimensions in millimetres

Figure 7a – Limit of arm's reach in cases where the distance from the middle of the hoisting device-rail to the edge of the girder is less than 300 mm



Dimensions in millimetres

Figure 7b – Limit of arm's reach in cases where the distance from the middle of the hoisting device-rail to the edge of the girder is at least 300 mm



Dimensions in millimetres

Figure 7c – Limit of arm's reach in cases of using additional obstacles

Figure 7 – Limits of arm's reach

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE Examples of obstacles located above unprotected conductor wires or conductor bars are guard-rails, mesh-screens.

Conductor wires and conductor bars shall be so placed and/or protected as to

– prevent contact, especially for unprotected conductor wires and conductor bars, with conductive items such as the cords of pull-cord switches, strain-relief devices and drive chains;
– prevent damage from a swinging load.

Where the required degree of protection provided for conductor wires or conductor bars is not effective (for example, adjacent to current collectors) additional means shall be provided (for example, additional obstacles).

If circuits of different crane-disconnectors are run through conductor wires, conductor bars or slip-ring assemblies, each subcircuit system shall be protected against direct contact with a degree of protection of at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529).

12.7.2 Protective conductor circuit

Where conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies are installed as part of the protective bonding circuit, they shall not carry current in normal operation. Therefore, the protective conductor (PE) and the neutral conductor (N) shall each use a separate conductor wire, conductor bar or slip-ring. The continuity of the protective conductor circuit using sliding contacts shall be ensured by taking appropriate measures (for example, duplication of the current collector, continuity monitoring).

12.7.3 Protective conductor current collectors

Protective conductor current collectors shall have a shape or construction so that they are not interchangeable with the other current collectors. Such current collectors shall be of the sliding contact type.

12.7.4 Removable current collectors with a disconnector function

Removable current collectors having a disconnector function shall be so designed that the protective conductor circuit is interrupted only after the live conductors have been disconnected, and the continuity of the protective conductor circuit is re-established before any live conductor is reconnected (see also 8.2.4).

12.7.5 Clearances in air

Clearances between the respective conductors, and between adjacent systems, of conductor wires, conductor bars, slip-ring assemblies and their current collectors shall be suitable for at least a rated impulse voltage of an overvoltage category III in accordance with IEC 60664-1.

12.7.6 Creepage distances

Creepage distances between the respective conductors, and between adjacent systems of conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies, and their current collectors shall be suitable for operation in the intended environment (see IEC 60664-1, 2.5).

NOTE Equipment designed to operate in pollution degree 3 conditions are suitable for most applications.

In abnormally dusty, moist or corrosive environments, the following creepage distance requirements apply.

– Unprotected conductor wires, conductor bars, and slip-ring assemblies shall be equipped with insulators with a minimum creepage distance of 60 mm.
– Enclosed conductor wires, insulated multi-pole conductor bars and insulated individual conductor bars shall have a minimum creepage distance of 30 mm.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

The manufacturer's recommendations shall be followed regarding special measures to prevent a gradual reduction in the insulation values due to unfavourable ambient conditions (for example, deposits of conductive dust, chemical attack).

12.7.7 Conductor system sectioning

Where conductor wires or conductor bars are arranged so that they can be divided into isolated sections, suitable design measures shall be employed to prevent the energization of adjacent sections by the current collectors themselves.

12.7.8 Construction and installation of conductor wire, conductor bar systems and slip-ring assemblies

Conductor wires, conductor bars and slip ring assemblies used for power circuits shall be grouped separately from those used for control circuits.

Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies shall be capable of withstanding, without damage, the mechanical forces and thermal effects of short-circuit currents.

Removable covers for conductor wire and conductor bar systems laid underground or underfloor shall be so designed that they cannot be opened by one person without the aid of a tool.

Where conductor bars are installed in a common metal enclosure, the individual sections of the enclosure shall be bonded together and earthed at several points depending upon their length. Metal covers of conductor bars laid underground or underfloor shall also be bonded together and earthed.

NOTE For the protective bonding together of covers or cover plates of metal enclosures or underfloor ducts, the metal hinges are considered sufficient to ensure continuity.

Underground and underfloor conductor bar ducts shall have drainage facilities.

13 Wiring practices

13.1 Connections and routing

13.1.1 General requirements

All connections, especially those of the protective bonding circuit, shall be secured against accidental loosening.

The means of connection shall be suitable for the cross-sectional areas and nature of the conductors being terminated.

The connection of two or more conductors to one terminal is permitted only in those cases where the terminal is designed for that purpose. However, only one protective conductor shall be connected to one terminal connecting point.

Soldered connections shall only be permitted where terminals are provided that are suitable for soldering.

Terminals on terminal blocks shall be plainly marked or labelled to correspond with markings on the diagrams.

Where an incorrect electrical connection (for example, arising from replacement of devices) can be a source of risk and it is not practicable to reduce the possibility of incorrect connection

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

by design measures, the conductors and/or terminations shall be identified in accordance with 13.2.1.

The installation of flexible conduits and cables shall be such that liquids shall drain away from the fittings.

Means of retaining conductor strands shall be provided when terminating conductors at devices or terminals that are not equipped with this facility. Solder shall not be used for that purpose.

Shielded conductors shall be so terminated as to prevent fraying of strands and to permit easy disconnection.

Identification tags shall be legible, permanent, and appropriate for the physical environment.

Terminal blocks shall be mounted and wired so that the internal and external wiring does not cross over the terminals.

13.1.2 Conductor and cable runs

Conductors and cables shall be run from terminal to terminal without splices or joints. Connections using plug/socket combinations with suitable protection against accidental disconnection are not considered to be joints for the purpose of this subclause.

Exception: Where it is impracticable to provide terminals in a junction box (for example, on hoisting machines having long flexible cables; cable connections exceeding a length which is not practical to be supplied by the cable manufacturer on one cable drum; repair of cable due to mechanical stresses during installation and operation), splices or joints may be used.

Where it is necessary to connect and disconnect cables and cable assemblies, a sufficient extra length shall be provided for that purpose.

The terminations of cables shall be adequately supported to prevent mechanical stresses at the terminations of the conductors.

Wherever practicable, the protective conductor shall be placed close to the associated live conductors in order to decrease the impedance of the loop.

13.1.3 Conductors of different circuits

Conductors of different circuits may be laid side by side, may occupy the same duct (for example, conduit, cable trunking system), or may be in the same multi-conductor cable provided that the arrangement does not impair the proper functioning of the respective circuits. Where those circuits operate at different voltages, the conductors shall be separated by suitable barriers or shall be insulated for the highest voltage to which any conductor within the same duct can be subjected, for example line to line voltage for unearthed systems and phase to earth voltage for earthed systems.

13.1.4 Connection between pick-up and pick-up converter of an inductive power supply system

The cable between the pick-up and the pick-up converter of the inductive power supply shall be

– as specified by the power supply system manufacturer
– as short as practicable;
– adequately protected against mechanical damage.

NOTE The output of the pick-up can be a current source; therefore, damage to the cable can result in a high voltage hazard.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

13.2 Identification of conductors

13.2.1 General requirements

Each conductor shall be identifiable at each termination in accordance with the technical documentation (see Clause 17).

It is recommended (for example, to facilitate maintenance) that conductors be identified by number, alphanumeric, colour (either solid or with one or more stripes), or a combination of colour and numbers or alphanumeric. When numbers are used, they shall be arabic; letters shall be roman (either upper- or lower-case).

NOTE Annex B can be used for agreement between supplier and user regarding a preferred method of identification.

13.2.2 Identification of the protective conductor

The protective conductor shall be readily distinguishable by shape, location, marking, or colour. When identification is by colour alone, the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW shall be used throughout the length of the conductor. This colour identification is strictly reserved for the protective conductor.

For insulated conductors, the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW shall be such that on any 15 mm length one of the colours covers at least 30 % and not more than 70 % of the surface of the conductor, the other colour covering the remainder of the surface.

Where the protective conductor can be easily identified by its shape, position, or construction (for example, a braided conductor, uninsulated stranded conductor), or where the insulated conductor is not readily accessible, colour coding throughout its length is not necessary but the ends or accessible locations shall be clearly identified by the graphical symbol IEC 60417-5019 (2002-10) or by the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW.

13.2.3 Identification of the neutral conductor

Where a circuit includes a neutral conductor that is identified by colour alone, the colour used for this conductor shall be BLUE. In order to avoid confusion with other colours, it is recommended that an unsaturated blue be used, called here “light blue” (see 3.2.2 of IEC 60446). Where the selected colour is the sole identification of the neutral conductor, that colour shall not be used for identifying any other conductor where confusion is possible.

Where identification by colour is used, bare conductors used as neutral conductors shall be either coloured by a stripe, 15 mm to 100 mm wide in each compartment or unit and at each accessible location, or coloured throughout their length.

13.2.4 Identification by colour

Where colour-coding is used for identification of conductors (other than the protective conductor (see 13.2.2) and the neutral conductor (see 13.2.3)), the following colours may be used:

BLACK, BROWN, RED, ORANGE, YELLOW, GREEN, BLUE (including LIGHT BLUE), VIOLET, GREY, WHITE, PINK, TURQUOISE.

NOTE This list of colours is derived from IEC 60757.

It is recommended that, where colour is used for identification, the colour be used throughout the length of the conductor either by the colour of the insulation or by colour markers at regular intervals and at the ends or accessible location.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

For safety reasons, the colour GREEN or the colour YELLOW should not be used where there is a possibility of confusion with the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW (see 13.2.2).

Colour identification using combinations of those colours listed above may be used provided there can be no confusion and that GREEN or YELLOW is not used except in the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW.

Where colour-coding is used for identification of conductors, it is recommended that they be colour-coded as follows:

– BLACK: a.c. and d.c. power circuits;
– RED: a.c. control circuits;
– BLUE: d.c. control circuits;
– ORANGE: special circuits in accordance with 5.3.8.

Exceptions to the above are permitted where

– insulation is used that is not available in the colours recommended; or
– multi-conductor cable is used, but not the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW.

13.3 Wiring inside enclosures

Conductors inside enclosures shall be supported where necessary to keep them in place. Non-metallic ducts shall be permitted only when they are made with a flame-retardant insulating material (see the IEC 60332 series).

It is recommended that electrical equipment mounted inside enclosures be designed and constructed in such a way as to permit modification of the wiring from the front of the enclosure (see also 11.2.1). Where that is not practicable and control devices are connected from the rear of the enclosure, access doors or swing-out panels shall be provided.

Connections to devices mounted on doors or to other movable parts shall be made using flexible conductors in accordance with 12.2 and 12.6 to allow for the frequent movement of the part. The conductors shall be anchored to the fixed part and to the movable part independently of the electrical connection (see also 8.2.3 and 11.2.1).

Conductors and cables that do not run in ducts shall be adequately supported.

Terminal blocks or plug/socket combinations shall be used for control wiring that extends beyond the enclosure. For plug/socket combinations, see also 13.4.5 and 13.4.6.

Power cables and cables of measuring circuits may be directly connected to the terminals of the devices for which the connections were intended.

13.4 Wiring outside enclosures

13.4.1 General requirements

The means of introduction of cables or ducts with their individual glands, bushings, etc., into an enclosure shall ensure that the degree of protection is not reduced (see 11.3).

13.4.2 External ducts

Conductors and their connections external to the electrical equipment enclosure(s) shall be enclosed in suitable ducts (i.e., conduit or cable trunking systems) as described in 13.5 except for suitably protected cables that may be installed without ducts and with or without the use of open cable trays or cable support means. Where devices such as position switches or proximity switches are supplied with a dedicated cable, their cable need not be enclosed in a

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

duct when the cable is suitable for the purpose, sufficiently short, and so located or protected, that the risk of damage is minimized.

Fittings used with ducts or multi-conductor cable shall be suitable for the physical environment.

Flexible conduit or flexible multi-conductor cable shall be used where it is necessary to employ flexible connections to pendant push-button stations. The weight of the pendant stations shall be supported by means other than the flexible conduit or the flexible multi-conductor cable, except where the conduit or cable is specifically designed for that purpose.

Flexible conduit or flexible multi-conductor cable shall be used for connections involving small or infrequent movements. They shall also be permitted to complete the connection to normally stationary motors, to position switches, and to other externally mounted devices.

13.4.3 Connection to the hoisting machine and to moving elements on the hoisting machine

Connections to moving elements, and to the hoisting machine where it is intended to be moved, shall be made using conductors in accordance with 12.2 and 12.6, taking into account the intended frequency of movement. Flexible cable and flexible conduit shall be so installed as to avoid excessive flexing and straining, particularly at the fittings.

Cables subject to movement shall be supported in such a way that there is no mechanical strain on the connection points nor any sharp flexing. When this is achieved by the provision of a loop, it shall have sufficient length to provide for a bending radius of the cable of at least 10 times the diameter of the cable.

Flexible cables of hoisting machines shall be so installed or protected as to minimize the possibility of external damage due to factors that include the following cable use or potential abuse:

c) being run over by the hoisting machine itself;

d) being run over by other machines or vehicles;

e) coming into contact with the hoisting machine structure during movements;

f) running in and out of cable baskets, or on or off cable drums;

g) acceleration forces and wind forces on festoon systems or suspended cables;

h) misalignment of energy chain systems

i) excessive rubbing by cable collector;

j) exposure to excessive radiated heat.

The cable sheath shall be resistant to the normal wear that can be expected from movement and to the effects of environmental contaminants (for example, oil, water, coolants, dust).

Where cables subject to movement are close to moving parts, precautions shall be taken to maintain a space of at least 25 mm between the moving parts and the cables. Where that distance is not practicable, fixed barriers shall be provided between the cables and the moving parts.

The cable handling system shall be so designed that lateral cable angles do not exceed 5°, avoiding torsion in the cable when

– being wound on and off cable drums; and

– approaching and leaving cable guidance devices.

Measures shall be taken to ensure that at least two turns of flexible cables always remain on a drum.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Devices serving to guide and carry a flexible cable shall be so designed that the inner bending radius at all points where the cable is bent is not less than the values given in Table 9, unless otherwise agreed with the cable manufacturer, taking into account the permissible tension and the expected fatigue life.

Table 9 – Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables

Application	Cable diameter or thickness of flat cable (d) mm		
	$d \leq 8$	$8 < d \leq 20$	$d > 20$
Cable drums	6 d	6 d	8 d
Guide rollers	6 d	8 d	8 d
Festoon systems	6 d	6 d	8 d
All others	6 d	6 d	8 d

The straight section between two bends shall be at least 20 times the diameter of the cable. Where flexible conduit is adjacent to moving parts, the construction and supporting means shall prevent damage to the flexible conduit under all conditions of operation.

Flexible conduit shall not be used for connections subject to rapid or frequent movements except when specifically designed for that purpose.

13.4.4 Interconnection of devices on the hoisting machine

Where several hoisting machine-mounted switching devices (for example, position sensors, push-buttons) are connected in series or in parallel, it is recommended that the connections between those devices be made through terminals forming intermediate test points. Such terminals shall be conveniently placed, adequately protected, and shown on the relevant diagrams.

13.4.5 Plug/socket combinations

Where plug/socket combinations are provided, they shall fulfil one or more of the following requirements as applicable.

Exception: The following requirements do not apply to components or devices inside an enclosure, terminated by fixed plug/socket combinations (no flexible cable), or components connected to a bus system by a plug/socket combination.

a) When installed correctly in accordance with f), plug/socket combinations shall be of such a type as to prevent unintentional contact with live parts at any time, including during insertion or removal of the connectors. The degree of protection shall be at least IPXXB. PELV circuits are excepted from this requirement.

b) Have a first-make last-break protective bonding contact (earthing contact) (see also 6.3, 8.2.4) if used in TN- or TT-systems.

c) Plug/socket combinations intended to be connected or disconnected during load conditions shall have sufficient load-breaking capacity. Where such a plug/socket combination is rated at 32 A, or greater, it shall be interlocked with a switching device so that the connection and disconnection is possible only when the switching device is in the OFF position.

d) Plug/socket combinations that are rated at more than 16 A shall have a retaining means to prevent unintended or accidental disconnection.

e) Where an unintended or accidental disconnection of plug/socket combinations can cause a hazardous situation, they shall have a retaining means.

The installation of plug/socket combinations shall fulfil the following requirements as applicable.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

f) The component which remains live after disconnection shall have a degree of protection of at least IP2X or IPXXB, taking into account the required clearance and creepage distances. PELV circuits are excepted from this requirement.

g) Metallic housings of plug/socket combinations shall be connected to the protective bonding circuit. PELV circuits are excepted from this requirement.

h) Plug/socket combinations intended to carry power loads but not to be disconnected during load conditions shall have a retaining means to prevent unintended or accidental disconnection and shall be clearly marked that they are not intended to be disconnected under load.

i) Where more than one plug/socket combination is provided in the same electrical equipment, the associated combinations shall be clearly identifiable. It is recommended that mechanical coding be used to prevent incorrect insertion.

j) Plug/socket combinations used in control circuits shall fulfil the applicable requirements of IEC 61984. Exception: see k).

k) Plug/socket combinations intended for household and similar general purposes shall not be used for control circuits. In plug/socket combinations in accordance with IEC 60309-1 only those contacts shall be used for control circuits which are intended for those purposes.

Exception: The requirements of k) do not apply to control functions using high-frequency signals on the power supply.

13.4.6 Dismantling for shipment

Where it is necessary that wiring is disconnected for shipment, terminals or plug/socket combinations shall be provided at the sectional points. Such terminals shall be suitably enclosed and plug/socket combinations shall be protected from the physical environment during transportation and storage.

13.4.7 Additional conductors

Consideration should be given to providing additional conductors for maintenance or repair. When spare conductors are provided, they shall be connected to spare terminals or isolated in such a manner as to prevent contact with live parts.

13.5 Ducts, connection boxes and other boxes

13.5.1 General requirements

Ducts shall provide a degree of protection suitable for the application (see IEC 60529).

All sharp edges, flash, burrs, rough surfaces, or threads with which the insulation of the conductors can come in contact shall be removed from ducts and fittings. Where necessary, additional protection consisting of a flame-retardant, oil-resistant insulating material shall be provided to protect conductor insulation.

Drain holes of 6 mm diameter are permitted in cable trunking systems, connection boxes, and other boxes used for wiring purposes that can be subject to accumulations of oil or moisture.

In order to prevent confusion of conduits with oil, air, or water piping, it is recommended that the conduits be either physically separated or suitably identified.

Ducts and cable trays shall be rigidly supported and positioned at a sufficient distance from moving parts and in such a manner so as to minimize the possibility of damage or wear. In areas where human passage is required, the ducts and cable trays shall be mounted to give at least the clearance specified in 11.5.

Ducts shall be provided only for mechanical protection (see 8.2.3 for requirements for connection to the protective bonding circuit).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Cable trays that are partially covered should not be considered to be ducts or cable trunking systems (see 13.5.6), and the cables used shall be of a type suitable for installation with or without the use of open cable trays or cable support means.

13.5.2 Percentage fill of ducts

Consideration of the percentage fill of ducts should be based on the straightness and length of the duct and the flexibility of the conductors. It is recommended that the dimensions and arrangement of the ducts be such as to facilitate the insertion of the conductors and cables.

13.5.3 Rigid metal conduits and fittings

Rigid metal conduit and fittings shall be of galvanized steel or of a corrosion-resistant material suitable for the conditions. The use of dissimilar metals in contact that can cause galvanic action should be avoided.

Conduits shall be securely held in place and supported at each end.

fittings shall be compatible with the conduit and appropriate for the application. Fittings shall be threaded unless structural difficulties prevent assembly. Where threadless fittings are used, the conduit shall be securely fastened to the equipment.

Conduit bends shall be made in such a manner that the conduit shall not be damaged and the internal diameter of the conduit shall not be effectively reduced.

13.5.4 Flexible metal conduits and fittings

A flexible metal conduit shall consist of a flexible metal tubing or woven wire armour. It shall be suitable for the expected physical environment.

Fittings shall be compatible with the conduit and appropriate for the application.

13.5.5 Flexible non-metallic conduits and fittings

Flexible non-metallic conduit shall be resistant to kinking and shall have physical characteristics similar to those of the sheath of multi-conductor cables.

The conduit shall be suitable for use in the expected physical environment.

Fittings shall be compatible with the conduit and appropriate for the application.

13.5.6 Cable trunking systems

Cable trunking systems external to enclosures shall be rigidly supported and clear of all moving or contaminating portions of the hoisting machine.

Covers shall be shaped to overlap the sides; gaskets are permitted. Covers shall be attached to cable trunking systems by suitable means. On horizontal cable trunking systems, the cover shall not be on the bottom unless specifically designed for such installation.

NOTE Requirements for cable trunking and ducting systems for electrical installations are given in IEC 61084 series.

Where the cable trunking system is furnished in sections, the joints between sections shall fit tightly but need not be gasketed.

The only openings permitted shall be those required for wiring or for drainage. Cable trunking systems shall not have opened but unused knockouts.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

13.5.7 Hoisting machine compartments and cable trunking systems

Compartments or cable trunking systems may be used within a hoisting machine to enclose conductors provided that the compartments or cable trunking systems are isolated from coolant or oil reservoirs and are entirely enclosed. Conductors run in enclosed compartments and cable trunking systems shall be so secured and arranged that they are not subject to damage.

13.5.8 Connection boxes and other boxes

Connection boxes and other boxes used for wiring purposes shall be accessible for maintenance. Those boxes shall provide protection against the ingress of solid bodies and liquids, taking into account the external influences under which the hoisting machine is intended to operate (see 11.3). The construction shall be sufficient to protect against mechanical damage in normal use.

Those boxes shall not have unused openings and they shall provide adequate protection against materials such as dust, flyings, oil, and coolant.

13.5.9 Motor connection boxes

Motor connection boxes shall enclose only connections to the motor and motor-mounted devices (for example, brakes, temperature sensors, plugging switches, tachometer generators).

14 Electric motors and associated equipment

14.1 General requirements

Electric motors should conform to the relevant parts of IEC 60034 series.

The protection requirements for motors and associated equipment are given in 7.2 for overcurrent protection, in 7.3 for protection against overheating, and in 7.6 for overspeed protection.

As many controllers do not switch off the supply to a motor when it is at rest, care shall be taken to ensure compliance with the requirements of 5.3, 5.4, 5.5, 7.5, 7.6 and 9.4. Motor control equipment shall be located and mounted in accordance with Clause 11.

14.2 Motor enclosures

It is recommended that motor enclosures are chosen from those included in IEC 60034-5.

The degree of protection shall be at least IP23 (see IEC 60529) for all motors. More stringent requirements may be necessary depending on the application and the physical environment (see 4.4). Motors incorporated as an integral part of the hoisting machine shall be so mounted that they are adequately protected from mechanical damage.

14.3 Motor dimensions

As far as is practicable, the dimensions of motors shall conform to those given in the IEC 60072 series.

14.4 Motor mounting and compartments

Each motor and its associated couplings, belts, pulleys, or chains, shall be mounted so that they are adequately protected and easily accessible for inspection, maintenance, adjustment and alignment, lubrication, and replacement. The motor mounting arrangement shall be such that all motor hold-down means can be removed and all terminal boxes are accessible.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Motors shall be so mounted that proper cooling is ensured and the temperature rise remains within the limits of the insulation class (see IEC 60034-1).

Where practicable, motor compartments should be clean and dry, and when required, shall be ventilated directly to the exterior of the hoisting machine. The vents shall be such that ingress of dust or water spray is at an acceptable level.

There shall be no opening between the motor compartment and any other compartment that does not meet the motor compartment requirements. Where a conduit or pipe is run into the motor compartment from another compartment not meeting the motor compartment requirements, any clearance around the conduit or pipe shall be sealed.

14.5 Criteria for motor selection

The characteristics of motors and associated equipment shall be selected in accordance with the anticipated service and physical environmental conditions (see Annex B and 4.4). In this respect, the points that shall be considered include

– type of motor;
– type of duty cycle (see IEC 60034-1);
– expected frequency of starting;
– fixed speed or variable speed operation (and the consequent variable influence of the ventilation);
– mechanical vibration;
– type of motor control (particularly when the motor is supplied from a semiconductor converter);

NOTE For example, the effects of adjustable speed a.c.-drives on motors are described in more detail in IEC 61800-2, IEC 60034-17 and IEC/TR 60034-25.

– method of starting and the possible influence of the inrush current on the operation of other users of the same power supply, taking also into account possible special considerations stipulated by the supply authority;
– variation of counter-torque load with time and speed;
– influence of loads with large inertia;
– influence of constant torque or constant power operation.

14.6 Protective devices for mechanical brakes

Operation of the overload and overcurrent protective devices for mechanical brake actuators shall initiate the simultaneous de-energization (release) of the associated hoisting machine actuators.

NOTE Associated hoisting machine actuators are those associated with the same motion, for example, cable drums and long-travel drives.

14.7 Electrically operated mechanical brakes

Where electrically operated mechanical brakes which are applied by removal of power are used, removal of power to motion drives shall result in removal of power to the associated brakes.

Exception: Operational braking in travel and slewing drives may use other methods of brake control.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

15 Accessories and lighting

15.1 Accessories

Where the hoisting machine or its associated equipment is provided with socket-outlets that are intended to be used for accessory equipment (for example, hand-held power tools, test equipment), 13.4.5 and the following apply.

– The socket-outlets should conform to IEC 60309-1. Where that is not practicable, they should be clearly marked with the voltage and current ratings.

– The socket outlet shall include a protective bonding connection except where protection is provided by PELV.

NOTE Where it is necessary for operational purposes for some equipment to be isolated from the protective bonding circuit, such socket-outlets may be excluded from this requirement.

– All unearthed conductors connected to the socket-outlet shall be protected against overcurrent and, when required, against overload in accordance with 7.2 and 7.3 separately from the protection of other circuits.

– Where the power supply to the socket-outlet is not disconnected by the crane-disconnector, the requirements of 5.3.8 apply.

– In circuits for socket outlets with a current rating not exceeding 32 A and accessible from outside the enclosure or enclosed electrical operating area, protection against indirect contact by automatic disconnection (see 6.3.3, measure a) is not sufficient without additional protective measures (for example, RCDs with a rated residual operating current not exceeding 30 mA).

NOTE 1 See also Annex B, item 11.

15.2 Local lighting on the hoisting machine and for the equipment

15.2.1 General

Connections to the protective bonding circuit shall be in accordance with 8.2.2.

The ON-OFF switch shall not be incorporated in the lamp holder or in the flexible connecting cords.

Stroboscopic effects from lights shall be avoided by the selection of appropriate luminaires.

15.2.2 Supply

The nominal voltage of the local lighting circuit shall not exceed 250 V between conductors. A voltage not exceeding 50 V between conductors is recommended.

Lighting circuits shall be supplied from one of the following sources (see also 7.2.6):

– a dedicated isolating transformer connected to the load side of the crane-disconnector. Overcurrent protection shall be provided in the secondary circuit;

– a dedicated isolating transformer connected to the line side of the crane-disconnector. That source shall be permitted for maintenance lighting circuits in control enclosures only. Overcurrent protection shall be provided in the secondary circuit (see also 5.3.8 and 13.1.3);

– a hoisting machine circuit with dedicated overcurrent protection;

– an externally supplied lighting circuit (for example, factory lighting supply). This shall be permitted in control enclosures only, and for the hoisting machine work light(s) where their total power rating is not more than 3 kW.

Exception: Where fixed lighting is out of reach of operators during normal operations, the provisions of this subclause do not apply.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

15.2.3 Protection

Local lighting circuits shall be protected in accordance with 7.2.6.

15.2.4 Fittings

Adjustable lighting fittings shall be suitable for the physical environment.

The lampholders shall be

– in accordance with the relevant IEC publication;
– constructed with an insulating material protecting the lamp cap so as to prevent unintentional contact.

Reflectors shall be supported by a bracket and not by the lampholder.

Exception: Where fixed lighting is out of reach of operators during normal operation, the provisions of this subclause do not apply.

16 Marking, warning signs and reference designations

16.1 General

Warning signs, nameplates, markings, and identification plates shall be of sufficient durability to withstand the physical environment involved.

16.2 Warning signs

16.2.1 Electric shock hazard

Enclosures that do not otherwise clearly show that they contain electrical equipment that can give rise to a risk of electric shock shall be marked with the graphical symbol IEC 60417-5036 (2002-10).

The warning sign shall be plainly visible on the enclosure door or cover.

The warning sign may be omitted (see also 6.2.2b)) for

– an enclosure equipped with the crane-supply-switch and the crane-disconnector;
– an operator-machine interface or control station;
– a single device with its own enclosure (for example, position sensor).

16.2.2 Hot surfaces hazard

Where the risk assessment shows the need to warn against the possibility of hazardous surface temperatures of the electrical equipment, the graphical symbol IEC 60417-5041 (2002-10) shall be used.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

16.3 Functional identification

Control devices, visual indicators, and displays (particularly those related to safety) forming part of the operator-machine interface shall be clearly and durably marked with regard to their functions either on, or adjacent to, the item. Such markings may be as agreed between the user and the supplier of the equipment (see Annex B). It is recommended that standard symbols given in IEC 60417-:2002 and ISO 7000 are used.

16.4 Marking of equipment

Equipment shall be legibly and durably marked in a way that is plainly visible after the equipment is installed.

Wherever possible (for example, on controlgear assemblies), a nameplate giving the following information shall be attached to the enclosure:

– name or trade mark of supplier;
– certification mark, when required;
– serial number, where applicable;
– rated voltage, number of phases and frequency (if a.c.), and rated current;
– short-circuit rating of the equipment;
– main document number (see IEC 62023).

The rated current shown on the nameplate shall be not less than the running currents for all motors and other equipment that can be in operation at the same time under normal conditions. Where there are unusual loads or duty cycles, the thermal equivalent current (see Annex D) shall be specified on the nameplate.

Where only a single motor controller is used, that information may instead be provided on the hoisting machine nameplate where it is plainly visible.

For a hoisting machine with more than one motion drive, such nameplates may be replaced by the relevant documentation.

16.5 Reference designations

All enclosures, assemblies, control devices, and components shall be plainly identified with the same reference designation as shown in the technical documentation.

Exception: Hoisting machines, on which the equipment comprises only a single motor, motor-controller, push-button station(s) and worklight(s), need not conform to this subclause.

17 Documentation

17.1 General

The information necessary for installation, operation, and maintenance of the electrical equipment of a hoisting machine shall be supplied in the appropriate forms, for example, drawings, diagrams, charts, tables, instructions. The information shall be in an agreed language (see also Annex B). The information provided may vary with the complexity of the

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

electrical equipment. For very simple equipment, the relevant information may be contained in one document, provided that the document shows all the devices of the electrical equipment and enables the connections to the supply network to be made.

NOTE 1 The technical documentation provided with items of electrical equipment can form part of the documentation of the electrical equipment of the hoisting machine.

NOTE 2 In some countries the requirement to use specific language(s) is covered by legal requirements.

17.2 Information to be provided

The information provided with the electrical equipment shall include

a) a main document (parts list or list of documents);

b) complementary documents including:

1) a clear, comprehensive description of the equipment, installation and mounting, and the connection to the electrical supply(ies);

2) electrical supply(ies) requirements;

3) information on the physical environment (for example, lighting, vibration, atmospheric contaminants) where appropriate;

4) overview (block) diagram(s) where appropriate;

5) circuit diagram(s);

6) information (as applicable) on

– programming, as necessary for use of the equipment;

– sequence of operation(s);

– frequency of inspection;

– frequency and method of functional testing;

– guidance on the adjustment, maintenance, and repair, particularly of the protective devices and circuits; and

– recommended spare parts list

– list of tools supplied.

7) a description (including interconnection diagrams) of the safeguards, interlocking functions, and interlocking of guards against hazards, particularly for hoisting machines operating in a coordinated manner;

8) a description of the safeguarding and of the means provided where it is necessary to suspend the safeguarding (for example, for setting or maintenance) (see 9.2.4);

9) instructions on the procedures for securing the hoisting machine for safe maintenance; (see also 17.8);

10) information on handling, transportation and storage;

11) information regarding load currents, peak starting currents and permitted voltage drops, as applicable;

12) information on the residual risks due to the protection measures adopted, indication of whether any particular training is required and specification of any necessary personal protective equipment.

17.3 Requirements applicable to all documentation

Unless otherwise agreed between manufacturer and user:

– the documentation shall be in accordance with IEC 61082-1;

– reference designations shall be in accordance with relevant parts of IEC 61346;

– instructions/manuals shall be in accordance with IEC 62079.

– parts lists where provided shall be in accordance with IEC 62027, class B.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE See item 13 of Annex B.

For referencing of the different documents, the supplier shall select one of the following methods.

– Where the documentation consists of a small number of documents (for example, less than five) each of the documents shall carry as a cross-reference, the document numbers of all other documents belonging to the electrical equipment.
– For single-level main documents only (see IEC 62023), all documents shall be listed with document numbers and titles in a drawing or document list; or
– All documents of a certain level (see IEC 62023) of the document structure shall be listed, with document numbers and titles, in a parts list belonging to the same level.

17.4 Installation documents

The installation documents shall give all information necessary for the preliminary work of setting up the hoisting machine (including commissioning). In complex cases, it may be necessary to refer to the assembly drawings for details.

The recommended position, type, and cross-sectional areas of the supply cables to be installed on site shall be clearly indicated.

The data necessary for choosing the type, characteristics, rated currents, and setting of the overcurrent protective device(s) for the supply conductors to the electrical equipment of the hoisting machine shall be stated (see 7.2.2).

Where necessary, the size, purpose, and location of any ducts in the foundation that are to be provided by the user shall be detailed (see Annex B).

The size, type, and purpose of ducts, cable trays, or cable supports between the hoisting machine and the associated equipment that are to be provided by the user shall be detailed (see Annex B).

Where necessary, the diagram shall indicate where space is required for the removal or servicing of the electrical equipment.

NOTE 1 Examples of installation diagrams can be found in IEC 61082-1.

In addition, where it is appropriate an interconnection diagram or table shall be provided. That diagram or table shall give full information about all external connections. Where the electrical equipment is intended to be operated from more than one source of electrical supply, the interconnection diagram or table shall indicate the modifications or interconnections required for the use of each supply.

NOTE 2 Examples of interconnection diagrams/tables can be found in IEC 61082-1.

17.5 Overview diagrams and function diagrams

Where it is necessary to facilitate the understanding of the principles of operation, an overview diagram shall be provided. An overview diagram symbolically represents the electrical equipment together with its functional interrelationships without necessarily showing all of the interconnections.

NOTE 1 Examples of overview diagrams can be found in IEC 61082-1.

Function diagrams may be provided as either part of, or in addition to, the overview diagram.

NOTE 2 Examples of function diagrams can be found in IEC 61082-1.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

17.6 Circuit diagrams

A circuit diagram(s) shall be provided. This diagram(s) shall show the electrical circuits on the hoisting machine and its associated electrical equipment. Any graphical symbol not shown in IEC 60617:2001 shall be separately shown and described on the diagrams or supporting documents. The symbols and identification of components and devices shall be consistent throughout all documents and on the hoisting machine.

Where appropriate, a diagram showing the terminals for interface connections shall be provided. That diagram may be used in conjunction with the circuit diagram(s) for simplification. The diagram should contain a reference to the detailed circuit diagram of each unit shown.

Switch symbols shall be shown on the electromechanical diagrams with all supplies turned off (for example, electricity, air, water, lubricant) and with the hoisting machine and its electrical equipment ready for a normal start.

Conductors shall be identified in accordance with 13.2.

Circuits shall be shown in such a way as to facilitate the understanding of their function as well as maintenance and fault location. Characteristics relating to the function of the control devices and components which are not evident from their symbolic representation shall be included on the diagrams adjacent to the symbol or referenced to a footnote.

17.7 Operating manual

The technical documentation shall contain an operating manual detailing proper procedures for set-up and use of the electrical equipment. Particular attention should be given to the safety measures provided.

Where the operation of the equipment can be programmed, detailed information on methods of programming, equipment required, programme verification, and additional safety procedures (where required) shall be provided.

17.8 Maintenance manual

The technical documentation shall contain a maintenance manual detailing proper procedures for adjustment, servicing and preventive inspection, and repair. Recommendations on maintenance/service intervals and records should be part of that manual. Where methods for the verification of proper operation are provided (for example, software testing programmes), the use of those methods shall be detailed.

The description of how to make settings of programmable equipment (for example, motor drive systems) shall contain clear references to the final functions of the hoisting machine. The testing of the safety-related functions shall be clearly specified.

17.9 Parts list

The parts list, where provided, shall comprise, as a minimum, information necessary for ordering spare or replacement parts (for example, components, devices, software, test equipment, technical documentation) required for preventive or corrective maintenance including those that are recommended to be carried in stock by the user of the equipment.

The parts list shall show for each item

– the reference designation used in the documentation;

– its type designation;

– the supplier and alternative sources where available;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– its main characteristics, where appropriate.

18 Verification

18.1 General

This clause gives general requirements for the verification of the electrical equipment of hoisting machines.

The extent of verification for a particular hoisting machine type will be given in the dedicated product standard. The verifications shall always include the items c), a), b), f), and c) or d) or both, and may include item e):

a) verification that the electrical equipment complies with its technical documentation;
b) in case of protection against indirect contact by automatic disconnection, verification of the conditions for protection by automatic disconnection (see 18.2);
c) insulation resistance test (see 18.3);
d) voltage test (see 18.4);
e) protection against residual voltage (see 18.5);
f) functional tests (see 18.6).

When these tests are performed, it is recommended that they follow the sequence listed above.

When the electrical equipment is modified, the requirements specified in 18.7 shall apply.

NOTE For tests in accordance with 18.2 and 18.3, measuring equipment in accordance with the IEC 61557 series is applicable. For other tests required by this standard, measuring equipment in accordance with relevant IEC or European standards should be used.

The results of the verification shall be documented.

18.2 Verification of conditions for protection by automatic disconnection of supply

18.2.1 General

The conditions for automatic disconnection of supply (see 6.3.3) shall be verified by tests.

For TN-systems, those test methods are described in 18.2.2; their application for different conditions of supply are specified in 18.2.3.

For TT and IT systems, see IEC 60364-6.

18.2.2 Test methods in TN-systems

Test 1 verifies the continuity of the protective bonding circuit. Test 2 verifies the conditions for protection by automatic disconnection of the supply.

Test 1 – Verification of the continuity of the protective bonding circuit

The resistance of each protective bonding circuit between the PE terminal (see 5.2 and Figure 4) and relevant points that are part of each protective bonding circuit shall be measured. The resistance measured shall be in the expected range according to the length, the cross-sectional area and the material of the related protective bonding conductor(s).

NOTE Larger currents used for the continuity test increases the accuracy of the test result, especially with low resistance values, i.e., larger cross-sectional areas and/or lower conductor length.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Test 2 – Fault loop impedance verification and suitability of the associated overcurrent protective device

The connections of the power supply and of the incoming external protective conductor to the PE terminal of the hoisting machine, shall be verified by inspection.

The conditions for the protection by automatic disconnection of supply in accordance with 6.3.3 and Annex A shall be verified by both

a) verification of the fault loop impedance by
   – calculation; or
   – measurement in accordance with Clause A.4, and
b) confirmation that the setting and characteristics of the associated overcurrent protective device are in accordance with the requirements of Annex A.

NOTE Fault loop impedance can be measured for circuits where the conditions of protection by automatic disconnection require a current I_a up to about 1 kA (I_a is the current causing the automatic operation of the disconnecting device within the time specified in Annex A).

18.2.3 Application of the test methods for TN-systems

Each protective bonding circuit of a hoisting machine shall be tested in accordance with Test 1 of 18.2.2.

When Test 2 of 18.2.2 is carried out by measurement, it shall always be preceded by Test 1.

NOTE A discontinuity of the protective bonding circuit can cause a hazardous situation for the tester or other persons, or damage to the electrical equipment during the loop impedance test.

The tests that are necessary for hoisting machines of different status are specified in Table 10. Table 11 can be used to enable determination of the hoisting machine status.

Table 10 – Application of the test methods for TN-systems

Procedure	Hoisting machine status	Verification on site
A	Electrical equipment of hoisting machines, erected and connected on site, where the continuity of the protective bonding circuits has not been confirmed following erection and connection on site	Tests 1 and 2 (see 18.2.2) **Exception**: If previous calculations of the fault loop impedance or resistance by the manufacturer are available and where – the arrangement of the installations permits the verification of the length and cross-sectional area of the conductors used for the calculation; and – it can be confirmed that the supply source impedance on site is less than, or equal to, that of the supply used for the value assumed for the calculation by the manufacturer Test 1 (see 18.2.2) of the protective bonding circuits connected on site and verification by inspection of the connections of the power supply and of the incoming external protective conductor to the PE terminal of the hoisting machine is sufficient

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Procedure	Hoisting machine status	Verification on site
B	Hoisting machine supplied with confirmation of the verification (see 18.1) of continuity of the protective bonding circuits by Tests 1 or 2 by measurement, having protective bonding circuits exceeding the cable length for which examples are given in Table 11 Case B1) supplied fully assembled and not dismantled for shipment Case B2) supplied dismantled for shipment, where the continuity of protective conductors is ensured after dismantling, transportation and reassembly (for example, by the use of plug/socket connections).	Test 2 (see 18.2.2) **Exception**: Where it can be confirmed that the supply source impedance on site is less than, or equal to, that used for the calculation, or that of the test supply during a Test 2 by measurement, no test is required on site apart from verification of the connections: – in case B1) of the power supply and of the incoming external protective conductor to the PE terminal of the hoisting machine; – in case B2) of the power supply and of the incoming external protective conductor to the PE terminal of the hoisting machine and of all connections of the protective conductor(s) that were disconnected for shipment
C	Hoisting machine having protective bonding circuits not exceeding the cable length for which examples are given in Table 11, supplied with confirmation of the verification (see 18.1) of continuity of the protective bonding circuits by Test 1 or Test 2 (see 18.2.2) by measurement Case C1) supplied fully assembled and not dismantled for shipment Case C2) supplied dismantled for shipment, where the continuity of protective conductors is ensured after dismantling, transportation and reassembly (for example, by the use of plug/socket combination(s))	No test required on site. For a hoisting machine not connected to the power supply by a plug/socket combination, the correct connection of the incoming external protective conductor to the PE terminal of the hoisting machine shall be verified by visual inspection In case C2), the installation documents (see 17.4) shall require that all connections of the protective conductor(s) that were disconnected for shipment are verified, for example, by visual inspection

Table 11 – Examples of maximum cable length from each protective device to its load

1 Supply source impedance to each protective device	2 Cross-sectional area	3 Nominal rating or setting of the protective device I_N	4 Fuse disconnect time 5 s	5 Fuse disconnect time 0,4 s	6 Miniature circuit-breaker char.B[3] $I_a = 5 \times I_N$ disconnect time 0,1 s	7 Miniature circuit-breaker char.C[4] $I_a = 10 \times I_N$ disconnect time 0,1 s	8 Adjustable circuit-breaker $I_a = 8 \times I_N$ disconnect time 0,1 s
mΩ	mm^2	A	Maximum cable length in m from each protective device to its load				
500	1,5	16	97	53	76	30	28
500	2,5	20	115	57	94	34	36
500	4,0	25	135	66	114	35	38
400	6,0	32	145	59	133	40	42
300	10	50	125	41	132	33	37
200	16	63	175	73	179	55	61
200	25 (line)/16 (PE)	80	133				38
100	35 (line)/16 (PE)	100	136				73

3 In accordance with the IEC 60898 series.

4 In accordance with the IEC 60898 series.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

1 Supply source impedance to each protective device	2 Cross-sectional area	3 Nominal rating or setting of the protective device I_N	4 Fuse disconnect time 5 s	5 Fuse disconnect time 0,4 s	6 Miniature circuit-breaker char.B[3] $I_a = 5 \times I_N$ disconnect time 0,1 s	7 Miniature circuit-breaker char.C[4] $I_a = 10 \times I_N$ disconnect time 0,1 s	8 Adjustable circuit-breaker $I_a = 8 \times I_N$ disconnect time 0,1 s
mΩ	mm^2	A	Maximum cable length in m from each protective device to its load				
100	50 (line)/25 (PE)	125	141				66
100	70 (line)/35 (PE)	160	138				46
50	95 (line)/50 (PE)	200	152				98
50	120 (line)/70 (PE)	250	157				79

The values of the maximum cable length in Table 11 are based on the following assumptions:

- PVC cable with copper conductors, conductor temperature under short-circuit conditions 160 °C (see Table C.4);
- cables with line conductors up to 16 mm^2 provide a protective conductor of equal cross-sectional area to that of the line conductors;
- cables above 16 mm^2 provide a reduced size protective conductor as shown;
- 3-phase system, nominal voltage of the power supply 400 V;
- maximum supply source impedance to each protective device in accordance with column 1;
- column 3 values are correlated with Table 7 (see 12.4).

A deviation from these assumptions can require a complete calculation or measurement of the fault loop impedance. Further information is available from IEC 60228 and IEC/TR 61200-53.

18.3 Insulation resistance tests

When insulation resistance tests are performed, the insulation resistance measured at 500 V d.c. between the power circuit conductors and the protective bonding circuit shall be not less than 1 MΩ. The test may be made on individual sections of the complete electrical installation.

Exception: For certain parts of electrical equipment, incorporating, for example, busbars, conductor wire or conductor bar systems or slip-ring assemblies, a lower minimum value is permitted, but that value shall not be less than 50 kΩ.

If the electrical equipment of the hoisting machine contains surge protection devices which are likely to operate during the test, it is permitted either to

- disconnect these devices; or
- reduce the test voltage to a value lower than the voltage protection level of the surge protection devices, but not lower than the peak value of the upper limit of the supply (phase-to-neutral) voltage.

18.4 Voltage tests

When voltage tests are performed, test equipment in accordance with IEC 61180-2 should be used.

The test voltage shall be at a nominal frequency of 50 Hz or 60 Hz.

The maximum test voltage shall have a value of twice the rated supply voltage of the equipment or 1 000 V, whichever is the greater. The maximum test voltage shall be applied between the power circuit conductors and the protective bonding circuit for a period of approximately 1 s. The requirements are satisfied if no disruptive discharge occurs.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Components and devices that are not rated to withstand the test voltage shall be disconnected before testing.

Components and devices that have been voltage tested in accordance with their product standards may be disconnected during testing.

18.5 Protection against residual voltages

Where appropriate, tests shall be performed to ensure compliance with 6.2.4.

18.6 Functional tests

The functions of electrical equipment shall be tested, particularly those related to safety and safeguarding. Where a function can not be fully tested, the circuit(s) shall be tested.

18.7 Retesting

Where a portion of the hoisting machine and its associated equipment is changed or modified, that portion shall be reverified and retested, as appropriate (see 18.1).

Particular attention should be given to the possible adverse effects that retesting can have on the equipment (for example, overstressing of insulation, disconnection/reconnection of devices).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex A
(normative)

Protection against indirect contact in TN-systems

(Derived from IEC 60364-4-41 and IEC 60364-6)

A.1 General

Protection against indirect contact shall be provided by an overcurrent protective device that automatically disconnects the supply to the circuit or equipment in the event of a fault between a live part and an exposed conductive part or a protective conductor in the circuit or equipment, within a sufficiently short disconnecting time. A disconnecting time not exceeding 5 s is considered sufficiently short for hoisting machines.

Exception: Where this disconnecting time cannot be assured, measures shall be implemented (for example, supplementary protective bonding) to prevent a prospective touch voltage from exceeding 50 V a.c. or 120 V ripple-free d.c. between simultaneously accessible conductive parts. See Clause A.3.

For circuits which supply, through socket-outlets or direct without socket-outlets, Class I hand-held equipment or portable equipment (for example, socket-outlets on a hoisting machine for accessory equipment; see 15.1), Table A.1 specifies the maximum disconnecting times that are considered sufficiently short.

Table A.1 – Maximum disconnecting times for TN systems

U_o[a] V	Disconnecting time s
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
>400	0,1

[a] U_o is the nominal a.c. r.m.s. voltage to earth. For voltages which are within the tolerance band stated in IEC 60038, the disconnecting time appropriate to the nominal voltage applies. For intermediate values of voltage, the next higher value in the above table is to be used.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

A.2 Conditions for protection by automatic disconnection of the supply by overcurrent protective devices

The characteristics of overcurrent protective devices and the circuit impedances shall be such that, if a fault of negligible impedance occurs anywhere in the electrical equipment between a phase conductor and a protective conductor or exposed conductive part, automatic disconnection of the supply will occur within the specified time (i.e., ≤5 s or ≤ values in accordance with Table A.1). The following condition fulfils this requirement:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

where

Z_s is the impedance of the fault loop comprising the source, the live conductor up to the point of the fault and the protective conductor between the point of the fault and the source;

I_a is the current causing the automatic operation of the disconnecting protective device within the specified time;

U_0 is the nominal a.c. voltage to earth.

The increase of the resistance of the conductors with the increase of temperature due to the fault current shall be taken into account (see A.4.3).

NOTE Information for calculating short-circuits current can be found in, for example, the IEC 60909 series or from suppliers of short-circuit protective devices.

A.3 Condition for protection by reducing the touch voltage below 50 V

Where the requirements of Clause A.2 cannot be assured and supplementary bonding is selected as the means of ensuring protection against hazardous touch voltages, the condition for this protection is that the touch voltage has been reduced to below 50 V and it is achieved when the impedance of the protective circuit (Z_{PE}) does not exceed:

$$Z_{PE} \leq \frac{50}{U_0} \times Z_S$$

where Z_{PE} is the impedance of the protective bonding circuit between the equipment anywhere in the installation and the PE terminal of the hoisting machine (see 5.2 and Figure 3) or between simultaneously accessible exposed conductive parts and/or extraneous conductive parts

Confirmation of this condition can be achieved by using the method of Test 1 of 18.2.2 to measure the resistance R_{PE}. The condition for protection is achieved when the measured value of R_{PE} does not exceed:

$$R_{PE} \leq \frac{50}{I_{a(5s)}}$$

where

$I_{a(5s)}$ is the 5 s operating current of the protective device;

R_{PE} is the resistance of the protective bonding circuit between the PE terminal (see 5.2 and Figure 4) and the equipment anywhere on the hoisting machine, or between simultaneously accessible exposed conductive parts and/or extraneous conductive parts.

NOTE 1 Supplementary protective bonding is considered as an addition to protection against indirect contact.

NOTE 2 Supplementary protective bonding may involve the entire installation, a part of the installation, an item of apparatus, or a location.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

A.4 Verification of conditions for protection by automatic disconnection of the supply

A.4.1 General

The effectiveness of the measures for protection against indirect contact by automatic disconnection of supply in accordance with Clause A.2 is verified as follows.

– Verification of the characteristics of the associated protective device by visual inspection of the nominal current setting for circuit-breakers and the current rating for fuses.

– Measurement of the fault loop impedance (Z_s).

Exception: Where the calculations of the fault loop impedance or of the resistance of the protective conductors are available and when the arrangement of the installations permits the verification of the length and cross-sectional area of the conductors, verification of the continuity of the protective conductors may replace the measurement.

A.4.2 Measurement of the fault loop impedance

Measurement of the fault loop impedance shall be performed using measuring equipment that complies with IEC 61557-3. The information about the accuracy of the measuring results, and the procedures to be followed given in the documentation of the measuring equipment shall be considered.

Measurement shall be performed when the hoisting machine is connected to a supply having the same frequency as the nominal frequency of the supply at the intended installation.

NOTE 1 Figure A.1 illustrates a typical arrangement for measuring the fault loop impedance on a machine. If it is not practicable for the motor to be connected during the test, the two phase conductors not used in the test can be opened, for example, by removing fuses.

NOTE 2 The fault loop impedance measurement is usually only possible upstream from electronic converters, but not between the converter and motor (see IEC 61800-5-1). The motor “M” in Figure A.1 can be understood to represent a power drive system (PDS) in accordance with the IEC 61800 series.

The measured value of the fault loop impedance shall conform to Clause A.2.

A.4.3 Consideration of the difference between the measured value of resistance of the conductors and the actual value under fault conditions

NOTE As the measurements are made at ambient temperature, with low currents, it is necessary to take into account the increase of resistance of the conductors with the increase of temperature under fault conditions, to verify the compliance of the measured value of the fault loop impedance with the requirements of Clause A.2.

The increase of resistance of the conductors with the increase of temperature due to the fault current is taken into account in the following equation:

$$Z_{s\,(m)} \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_a}$$

where Z_s(m) is the measured value of Z_s

Where the measured value of the fault loop impedance exceeds $2U_0/3I_a$ a more precise assessment can be made in accordance with the procedure described in C.61.3.6.2 of IEC 60364-6.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

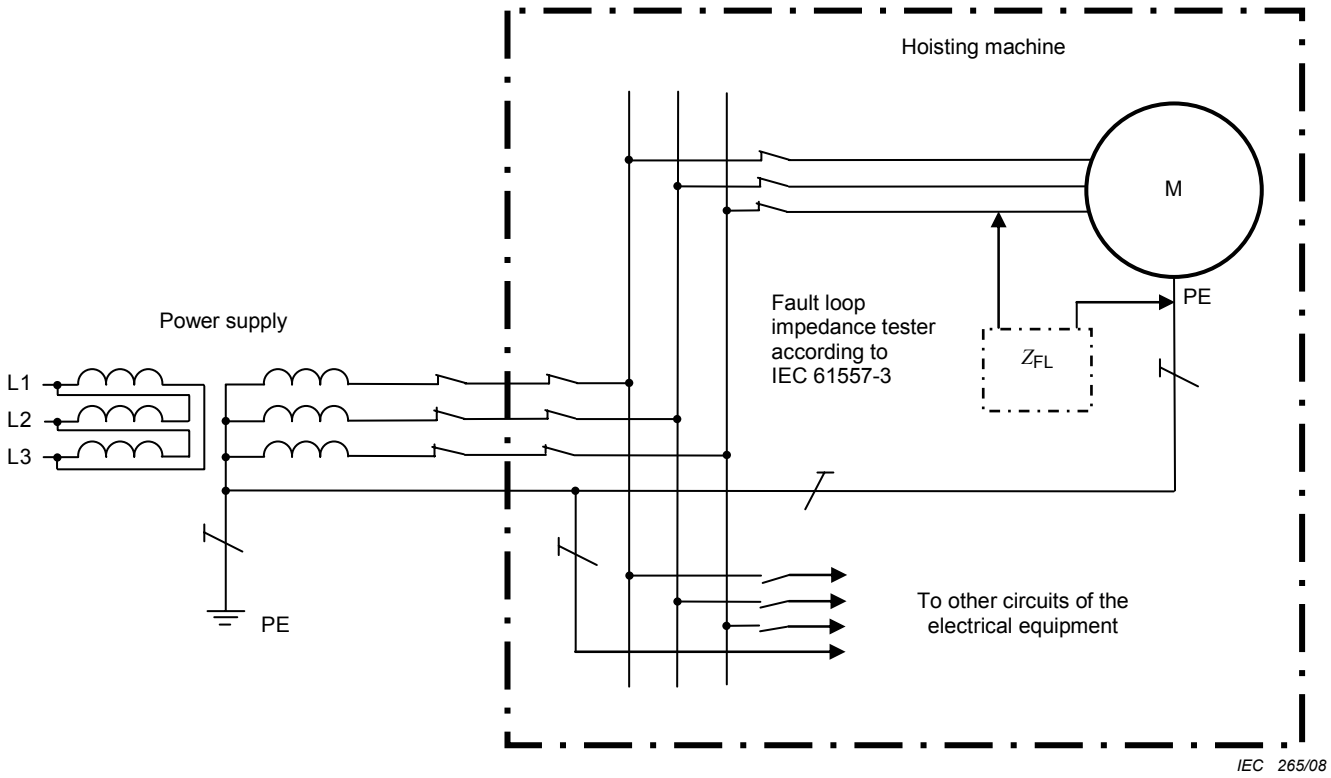


Figure A.1 – Typical arrangement for fault loop impedance measurement

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex B
(informative)

Inquiry form for the electrical equipment of hoisting machines

It is recommended that the following information be provided by the intended user of the equipment. It can facilitate an agreement between the user and supplier on basic conditions and additional user specifications to enable proper design, application and utilization of the electrical equipment of the hoisting machine (see 4.1).

Name of manufacturer/supplier				
Name of end user				
Tender/order number			Date	
Type of hoisting machine			Serial number	
1. Special conditions (see Clause 1)				
a) Is the hoisting machine to be used in the open air?	Yes		No	
b) Will the hoisting machine handle or transport explosive, flammable or otherwise hazardous material ?	Yes/No		If yes, specification	
c) Is the hoisting machine for use in potentially explosive or flammable atmospheres?	Yes/No		If yes, specification	
d) Is the hoisting machine for use in mines?	Yes		No	
2. Electrical supplies and related conditions (see 4.3)				
a) Anticipated voltage fluctuations (if more than ±10 %)				
b) Anticipated frequency fluctuations (if more than ±2 %)	Continuous		Short time	
c) Indicate possible future changes in electrical equipment that will require an increase in the electrical supply requirements				
d) Specify voltage interruptions in supply if longer than specified in Clause 4 where electrical equipment shall maintain operation under such conditions				
3. Physical environment and operating conditions (see 4.4)				
a) Electromagnetic environment (see 4.4.2)	Residential, commercial or light industrial environment		Industrial environment	
Special conditions or requirements				
b) Ambient temperature range				
c) Humidity range				
d) Altitude				
e) Special environmental conditions (for example, corrosive atmospheres, dust, wet environments)				
f) Radiation				
g) Vibration, shock				
h) Special installation and operation requirements (for example, flame-retardant cables and conductors)				

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

i) Transportation and storage (for example, temperatures outside the range specified in 4.5)				
4. Incoming electrical supplies				
Specify for each source of supply:				
a) Nominal voltage (V)	AC		DC	
	If a.c., number of phases		Frequency	
Prospective short-circuit current at the point of supply to the hoisting machine (kA r.m.s.) (see also item 2)				
b) Type of power supply earthing (see IEC 60364-1)	TN (system with one point directly earthed, with a protective conductor (PE) directly connected to that point); specify if the earthed point is the neutral point (centre of the star) or another point		TT (system with one point directly earthed but the protective conductor (PE) of the hoisting machine not connected to that earth point of the system)	
	IT (system that is not directly earthed)			
c) Is the electrical equipment to be connected to a neutral (N) supply conductor? (see 5.1)	Yes		No	
d) Crane-supply-switch				
Is disconnection of the neutral (N) conductor required?	Yes		No	
Is a removable link for disconnecting the neutral (N) required?	Yes		No	
Type of crane-supply-switch to be provided				
5. Protection against electric shock (see Clause 6)				
a) For which of the following classes of persons is access to the interior of enclosures required during normal operation of the equipment?	Electrically skilled persons		Electrically instructed persons	
b) Are locks with removable keys to be provided for securing the doors or covers? (see 6.2.2)	Yes		No	
6. Protection of equipment (see Clause 7)				
a) Will the user or the supplier provide the overcurrent protection of the supply conductors? (see 7.2.2)				
Type and rating of overcurrent protective devices				
b) Largest (kW) three-phase a.c. motor that may be started direct-on-line				
c) May the number of motor overload detection devices be reduced? (see 7.3)	Yes		No	
7. Operation				
For cableless control systems, specify the time delay before automatic hoisting machine shutdown is initiated in the absence of a valid signal. (see 9.2.7.3)				
8. Operator interface and machine-mounted control devices (see Clause 10)				
Special colour preferences (for example, to align with existing machinery)	Start		Stop	

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

	Other			
9. Controlgear				
Degree of protection of enclosures (see 11.3) or special conditions:				
10. Wiring practices (see Clause 13)				
Is there a specific method of identification to be used for the conductors? (see 13.2.1)	Yes		No	
Type				
11. Accessories and lighting (see Clause 15)				
a) Is a particular type of socket-outlet required?	Yes		No	
If yes, which type?				
b) Are the socket-outlets for maintenance to be provided with additional protection by the use of residual current protective devices (RCD)?	Yes		No	
c) Where the hoisting machine is equipped with local lighting	Highest permissible voltage (V)		If lighting circuit voltage is not obtained directly from the power supply, state preferred voltage	
12. Marking, warnings and reference designations (see Clause 16)				
a) Functional identification (see 16.3)				
Specifications:				
b) Inscriptions/special markings	On electrical equipment?		In which language?	
c) Mark of certification	Yes		No	
If yes, which one?				
13. Technical documentation (see Clause 17)				
a) Technical documentation (see 17.1)	On what media?		In which language?	
b) Size, location and purpose of ducts, open cable trays or cable supports to be provided by the user (see 17.5)				
c) Indicate if special limitations on the size or weight affect the transport of a particular hoisting machine or controlgear assemblies to the installation site	Maximum dimensions		Maximum weight	
14. Intended use of the hoisting machine (see 12.4 and Annex D)				
What is the mean number of operating cycles per hour? (An operating cycle comprises all operations in all axes, beginning with the hoisting of a load and ending when the hoisting machine is ready for hoisting the next load)				
For what length of time is it expected that the hoisting machine will be operated at this rate without subsequent pause?				
Length of subsequent pause?				

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex C
(informative)

Current-carrying capacity and overcurrent protection of conductors and cables in the electrical equipment of machines

The purpose of this annex is to provide additional information on the selection of conductor sizes where the conditions given for Table 7 (see Clause 12) have to be modified (see notes to Table 7).

C.1 General operating conditions

C.1.1 Ambient air temperature

The current-carrying capacity for PVC-insulated conductors given in Table 7 is related to an ambient air temperature of +40 °C. For other ambient air temperatures, the correction factors are given in Table C.1.

The correction factors for rubber insulated cables are given by the manufacturer.

Table C.1 – Correction factors

Ambient air temperature °C	Correction factor
30	1,15
35	1,08
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58
NOTE The correction factors are derived from IEC 60364-5-52. The maximum conductor temperature under normal conditions for PVC is 70 °C	

C.1.2 Methods of installation

In machines, the methods of conductor and cable installation between enclosures and individual items of the equipment shown in Figure C.1 are assumed to be typical (the letters used are in accordance with IEC 60364-5-52).

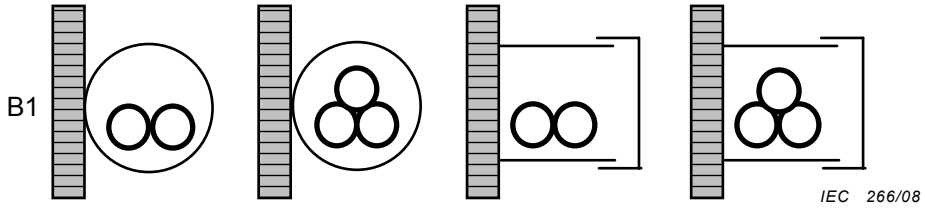
– Method B1: using conduits (3.8) and cable trunking systems (3.6) for holding and protecting conductors or single core cables

– Method B2: same as B1 but used for multi-core cables

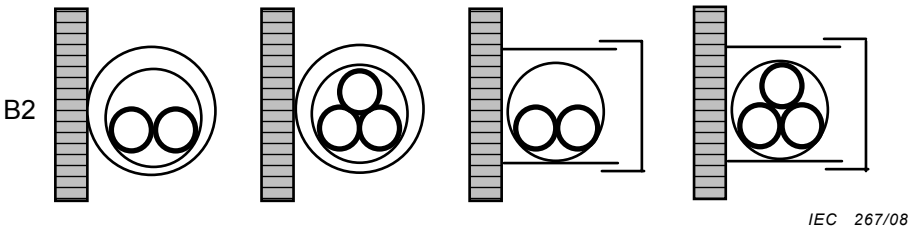
– Method C: multi-core cables installed in free air, horizontal or vertical without gap between cables on walls

– Method E: multi-core cables in free air, horizontal or vertical laid on open cable trays (3.5)

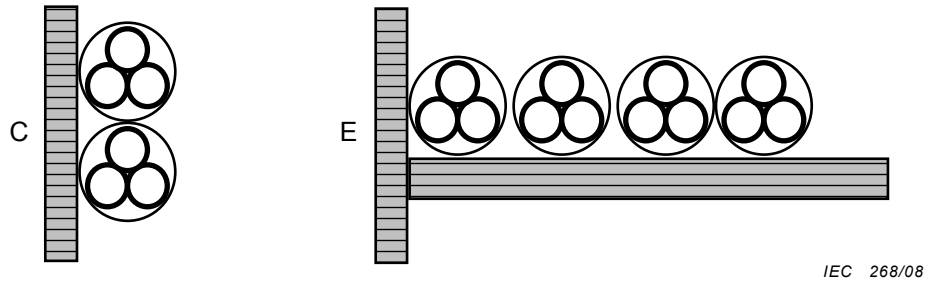
LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



Conductors/single core cables in conduit and cable trunking systems



Cables in conduit and cable trunking systems



Cables on walls Cables on open cable trays

Figure C.1 – Methods of conductor and cable installation independent of number of conductors/cables

C.1.3 Grouping

Where more loaded conductors in cables or conductor pairs are installed, the values of I_z, given in Table 7 or by the manufacturer in accordance with Tables C.2 or C.3, should be derated.

NOTE Circuits with I_b <30 % of I_z need not be derated.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Table C.2 – Derating factors from I_Z for grouping

Methods of installation (see Figure C.1) (see Note 3)	Number of loaded circuits/cables			
	2	4	6	9
B1 (circuits) and B2 (cables)	0,80	0,65	0,57	0,50
C single layer with no gap between cables	0,85	0,75	0,72	0,70
E single layer on one perforated tray without gap between	0,88	0,77	0,73	0,72
E as before but with 2 to 3 trays, with a vertical spacing between each tray of 300 mm (see Note 4)	0,86	0,76	0,71	0,66
Control circuit pairs ≤ 0,5 mm^2 independent of methods of installation	0,76	0,57	0,48	0,40
NOTE 1 These factors are applicable to – cables, all equally loaded, the circuit itself symmetrically loaded; – groups of circuits of insulated conductors or cables having the same allowable maximum operating temperature. NOTE 2 The same factors are applied to – groups of two or three single-core cables; – multi-core cables. NOTE 3 Factors derived from IEC 60364-5-52. NOTE 4 A perforated cable tray is a tray where the holes occupy more than 30 % of the area of the base (derived from IEC 60364-5-52).				

Table C.3 – Derating factors from I_Z for multi-core cables up to 10 mm^2

Number of loaded conductors or pairs	Conductors > 1 mm^2 (see Note 3)	Pairs (0,25 mm^2 to 0,75 mm^2)
1	-	1,0
3	1,0	-
5	0,75	0,39
7	0,65	0,34
10	0,55	0,29
24	0,40	0,21
NOTE 1 Applicable to multi-core cables with equally loaded conductors/pairs. NOTE 2 For grouping of multi-core cables, see derating factors of Table C.2. NOTE 3 Factors derived from IEC 60364-5-52.		

C.2 Coordination between conductors and protective devices providing overload protection

Figure C.2 illustrates the relationship between the parameters of conductors and the parameters of protective devices providing overload protection.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

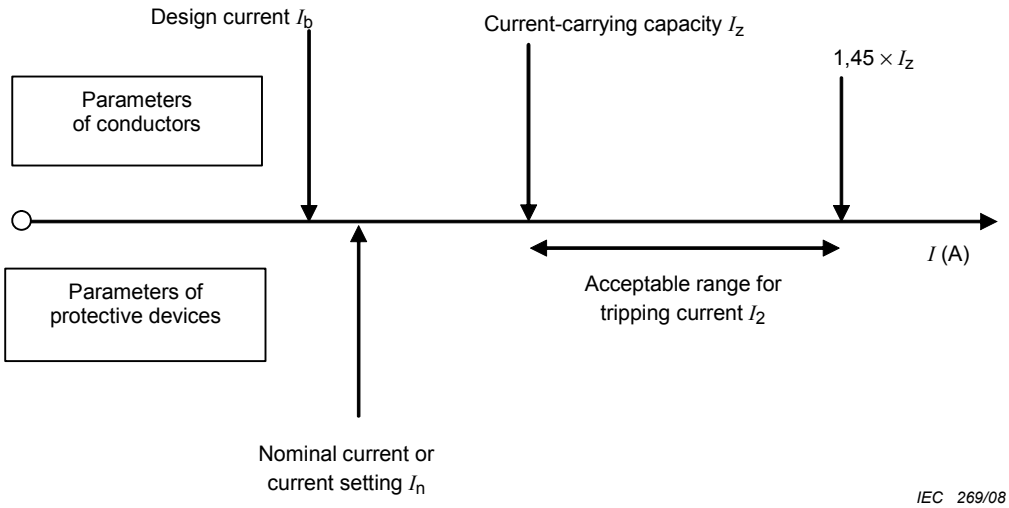


Figure C.2 – Parameters of conductors and protective devices

Correct protection of a cable requires that the operating characteristics of a protective device (for example, overcurrent protective device, motor overload protective device) protecting the cable against overload satisfy the two following conditions:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{(C.1)}$$

$$I_2 \leq 1{,}45 \times I_z \quad \text{(C.2)}$$

where

I_b is the current for which the circuit is designed;

I_Z is the effective current-carrying capacity, in amperes, of the cable for continuous service in accordance with Table 7 for the particular installation conditions:

- temperature, derating of I_Z see Table C.1;
- grouping, derating of I_Z see Table C.2;
- multi-core cables, derating of I_Z see Table C.3.

I_n is the nominal current of the protective device;

NOTE 1 For adjustable protective devices, the nominal current I_n is the current setting selected.

I_2 is the minimum current ensuring effective operation of the protective device within a specified time (for example, 1 h for protective devices up to 63 A).

The current I_2 ensuring effective operation of the protective device is given in the product standard or may be provided by the manufacturer.

NOTE 2 For motor circuit conductors, overload protection for conductor(s) can be provided by the overload protection for the motor(s) whereas the short-circuit protection is provided by short-circuit protective devices.

Where a device that provides both overload and short-circuit protection is used in accordance with this clause for conductor overload protection, it does not ensure complete protection in all cases (for example, overload with currents less than I_2) nor will it necessarily result in an economical solution. Therefore, such a device can be unsuitable where overloads with currents less than I_2 are likely to occur.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

C.3 Overcurrent protection of conductors

All conductors are required to be protected against overcurrent (see 7.2) by protective devices inserted in all live conductors so that any short-circuit current flowing in the cable is interrupted before the conductor has reached the maximum allowable temperature.

NOTE For neutral conductors, see 7.2.3, second paragraph.

Table C.4 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions

Type of insulation	Maximum temperature under normal conditions °C	Ultimate short-time conductor temperature under short circuit conditions[a] °C
Polyvinyl chloride (PVC)	70	160
Rubber	60	200
Cross-linked polyethylene (XLPE)	90	250
Ethylene propylene compound (EPR)	90	250
Silicone rubber (SiR)	180	350
NOTE For ultimate short-time conductor temperatures greater than 200 °C neither tinned nor bare copper conductors are suitable. Silver-plated or nickel-plated copper conductors are suitable for use above 200 °C.		
[a] These values are based on the assumption of adiabatic behaviour for a period of not more than 5 s.		

In practice, the requirements of 7.2 are fulfilled when the protective device at a current I causes the interruption of the circuit within a time that in no case exceeds the time t where $t < 5$ s.

The value of the time t in seconds shall be calculated using the following formula:

$$t = (k \times S/I)^2$$

where

S is the cross-sectional area in mm^2;

I is the effective short-circuit current in amperes expressed for a.c. as the r.m.s. value;

k is the factor shown for copper conductors when insulated with the following material:

PVC	115
Rubber	141
SiR	132
XLPE	143
EPR	143

The use of fuses with characteristics gG or gM (see IEC 60269-1) and circuit-breakers with characteristics B and C in accordance with the IEC 60898 series, ensures that the temperature limits in Table C.4 will not be exceeded, provided that the nominal current I_n is chosen in accordance with Table 7 where $I_n \leq I_z$.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex D
(informative)

Conductor selection for intermittent duty

D.1 General

For specific applications where the correct conductor dimensioning can depend on the relationship between the period of the duty cycle and the thermal time constant of the conductor, the conductor manufacturer should be consulted. Conductors for intermittent duty should be selected in accordance with the conductor manufacturers instructions. If such information is not available, the criteria presented in this annex can be used.

The method presented in Clause D.2 assumes that the cycle consists of an on-time and off-time. During on-time the current is at a constant level and during off-time there is no current. The cycle time (on-time plus off–time) is assumed to be 10 min.

If the cycle time is other than 10 min, it can be calculated in accordance with Clause D.3.

In some applications, the current during the on-time varies and also the cycle time can vary. The thermal equivalent current representing these variations can be calculated by applying Clause D.4.

D.2 Intermittent duty with 10-min cycle

Conductor selection for intermittent use should be made according to the conductor manufacturer's instructions. If such information is not available, the criteria presented in this subclause can be used.

Table D.1 defines the correction factor f_{ED} for conductor current-carrying capacity in intermittent duty when the duration of the operating cycle is 10 min.

The correction factor depends on the duration of the load cycle compared to the thermal time constant of the conductor. Intermittent use consists of

– on-time (Ta) and
– off-time (Ti).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Table D.1 – Correction factor for 10-min cycle

Cross-section	f_{ED} for a 10-min cycle $Ta/(Ta + Ti)$			
mm^2	0,6	0,4	0,25	0,15
1,5	1,044	1,120	1,265	1,505
2,5	1,058	1,150	1,315	1,580
4	1,075	1,183	1,369	1,660
6	1,092	1,215	1,421	1,737
10	1,116	1,260	1,493	1,842
16	1,139	1,303	1,561	1,942
25	1,161	1,344	1,626	2,037
35	1,177	1,373	1,673	2,105
50	1,193	1,403	1,719	2,173
70	1,207	1,429	1,760	2,231
95	1,219	1,450	1,793	2,280
120	1,227	1,464	1,816	2,314
150	1,234	1,477	1,836	2,343
185	1,240	1,488	1,854	2,369
240	1,247	1,501	1,874	2,397
300	1,252	1,510	1,888	2,419

D.3 Intermittent duty with any cycle time

If the duration of the operating cycle is shorter than 10 min, higher correction factors than in Table D.1 can be used, and if the duration of the operating cycle is longer, then lower correction factors should to be applied. Correction factors to any particular operating cycle can be calculated using the following formula

$$f_{ED} = \sqrt{\frac{1 - e^{-\left(\frac{Ta + Ti}{T}\right)}}{1 - e^{-\left(\frac{Ta}{T}\right)}}}$$

Where T is the thermal time constant of the conductor, which can be taken from Table D.2.

Table D.2 – Thermal time constant of conductors

Cross-sectional area (mm^2)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
T (min)	2,7	3,1	3,6	4,2	5,2	6,4	7,9	9,4	11,3	13,6	16,1	18,4	21,0	23,7	27,7	31,8

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

D.4 Calculation of thermal equivalent current

For intermittent periodic duty applications (for example, where frequent motor starting occurs), it is recommended that conductors suitable for the thermal equivalent current, I_q be selected. I_q is also used for coordination with overcurrent protection. I_q may be calculated as follows:

$$I_q = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{N} I_k^2 \times t_k}{t_s}}$$

where

I_q is the thermal equivalent current in amperes;

t_s is the duty cycle time in seconds;

I_k, t_k is the current and time of the segments of the operating cycle.

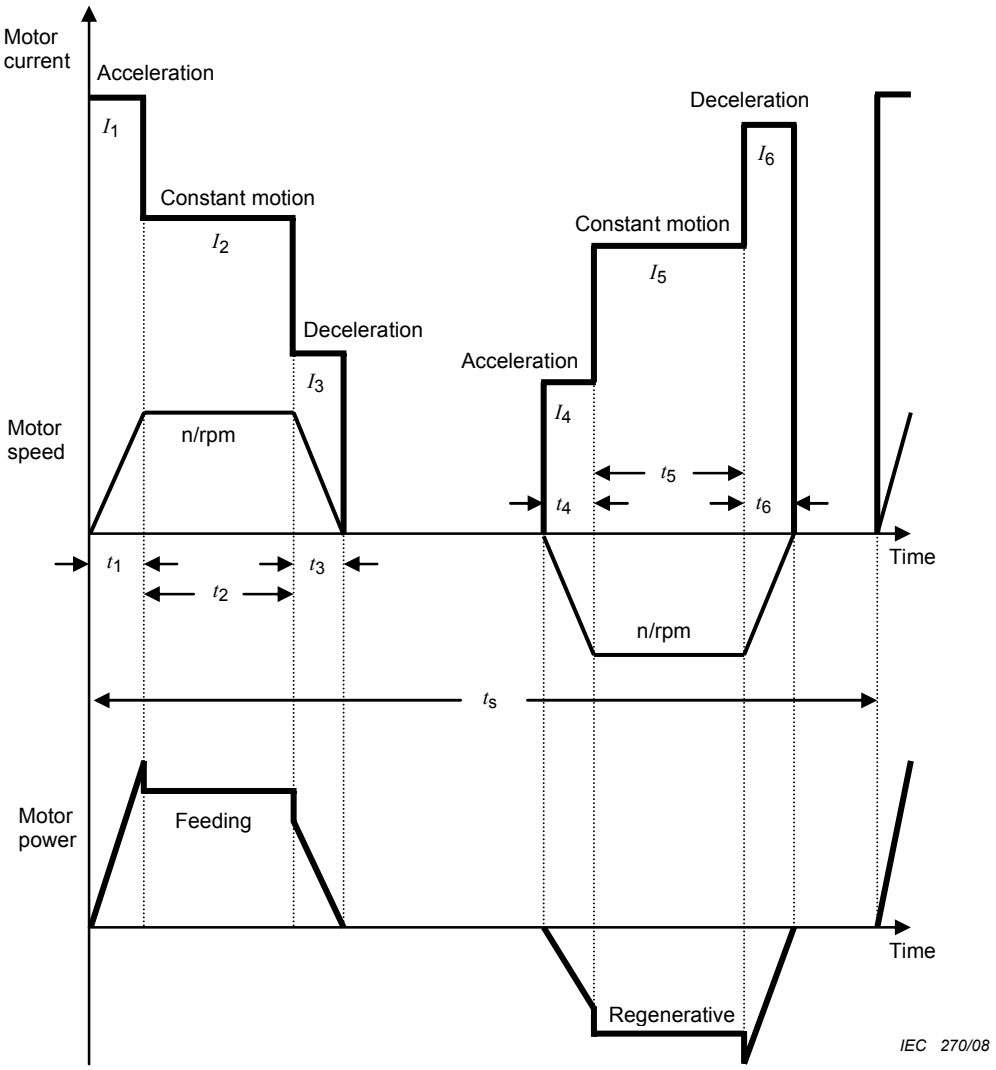


Figure D.1 – Example of current and time of the segments of the operating cycle of a variable speed a.c. hoist drive

For example, the thermal equivalent current for the operating cycle illustrated in Figure D.1 can be calculated using the following formula

$$I_q = \sqrt{\frac{I_1^2 \times t_1 + I_2^2 \times t_2 + I_3^2 \times t_3 + I_4^2 \times t_4 + I_5^2 \times t_5 + I_6^2 \times t_6}{t_s}}$$

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex E
(informative)

Explanation of emergency operation functions

NOTE These concepts are included here to give the reader an understanding of these terms even though in this standard only two of them are used.

Emergency operation

Emergency operation includes separately or in combination:

– emergency stop;
– emergency start;
– emergency switching off;
– emergency switching on.

Emergency stop

An emergency operation intended to stop a process or a movement that has become hazardous.

Emergency start

An emergency operation intended to start a process or a movement to remove or to avoid a hazardous situation.

Emergency switching-off

An emergency operation intended to switch off the supply of electrical energy to all or a part of an installation where a risk of electric shock or another risk of electrical origin is involved.

Emergency switching-on

An emergency operation intended to switch on the supply of electrical energy to a part of an installation that is intended to be used for emergency situations.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex F
(informative)

Comparison of typical conductor cross-sectional areas

Table F.1 provides a comparison of the conductor cross-sectional areas of the American Wire Gauge (AWG) with square millimetres, square inches, and circular mils.

Table F.1 – Comparison of conductor sizes

Wire size	Gauge No.	Cross-sectional area		DC resistance of copper at 20 °C	Circular mils
mm^2	AWG	mm^2	$inches^2$	Ω per km	
0,2		0,196	0,000304	91,62	387
	24	0,205	0,000317	87,60	404
0,3		0,283	0,000438	63,46	558
	22	0,324	0,000504	55,44	640
0,5		0,500	0,000775	36,70	987
	20	0,519	0,000802	34,45	1 020
0,75		0,750	0,001162	24,80	1 480
	18	0,823	0,001272	20,95	1 620
1,0		1,000	0,001550	18,20	1 973
	16	1,31	0,002026	13,19	2 580
1,5		1,500	0,002325	12,20	2 960
	14	2,08	0,003228	8,442	4 110
2,5		2,500	0,003875	7,56	4 934
	12	3,31	0,005129	5,315	6 530
4		4,000	0,006200	4,700	7 894
	10	5,26	0,008152	3,335	10 380
6		6,000	0,009300	3,110	11 841
	8	8,37	0,012967	2,093	16 510
10		10,000	0,001550	1,840	19 735
	6	13,3	0,020610	1,320	26 240
16		16,000	0,024800	1,160	31 576
	4	21,1	0,032780	0,8295	41 740
25		25,000	0,038800	0,7340	49 338
	2	33,6	0,052100	0,5211	66 360
35		35,000	0,054200	0,5290	69 073
	1	42,4	0,065700	0,4139	83 690
50		47,000	0,072800	0,3910	92 756

The resistance for temperatures other than 20 °C can be found using the formula:

$R = R_1 [1 + 0{,}00393 (t\text{-}20)]$

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

where

R_1 is the resistance at 20 °C;

R is the resistance at a temperature t °C.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Bibliography

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-191, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 191: Dependability and quality of service*

IEC 60050-195, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock*

IEC 60050-411, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 411: Rotating machines*

IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050-442, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 442: Electrical accessories*

IEC 60050-826, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 826: Electrical installations*

IEC 60204-11, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV*

IEC 60204-31, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 31: Particular safety and EMC requirements for sewing machines, units, and systems*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60269-1, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60287 (all parts), *Electric cables – Calculation of the current rating*

IEC 60320-1, *Appliance couplers for household and similar general purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60335 (all parts), *Household and similar electrical appliances – Safety*

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

IEC 60757, *Code for designation of colours*

IEC 60870-5-1, *Telecontrol equipment and systems – Part 5: Transmission protocols – Section One: Transmission frame formats*

IEC 60884-1, *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60898 (all parts), *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC 60909 (all parts), *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems*

IEC/TR 60947-5-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches*

IEC 61000-5-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*

IEC 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61084 (all parts), *Cable trunking and ducting systems for electrical installations*

IEC 61180-2*, High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Part 2: Test equipment*

IEC/TR 61200-53, *Electrical installation guide – Part 53: Selection and erection of electrical equipment – Switchgear and controlgear*

IEC 61496-1, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61557 (all parts), *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures*

IEC 61558-2-17*, Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2: Particular requirements for transformers for switch mode power supplies*

IEC 61800 (all parts), *Adjustable speed electrical power drive systems*

IEC 61984 (all parts), *Connectors – Safety requirements and tests*

IEC 62305 (all parts), *Protection against lightning*

IEC 61000-6-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC Guide 106, *Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rating*

ISO 14118:2000, *Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up*

ISO 14122-1:2001, *Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 1: Choice of fixed means of access between two levels*

ISO 14122-2:2001, *Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 2: Working platforms and walkways*

ISO 14122-3:2001, *Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 3: Stairs, stepladders and guard-rail*

CENELEC HD 516 S2, *Guide to use of low-voltage harmonized cables*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Index

This index lists, in alphabetical order, the terms defined in Clause 3 and indicates where they are used in the text of this standard.

A

actuator **3.1**, 3.20, 5.3.6.2, 9.2.5.4.1, 9.2.7.2, 9.3.4, 10.1.2, 10.2.1, 10.2.2, 10.4, 10.6, 10.7.3, 10.8.2, 10.8.3, 10.9, 14.6

ambient (air) temperature **3.2**, 4.4.3, 12.1, 12.4 table 5, A.4.3, Annex B 3., C.1.1

B

barrier **3.3**, 3.22, 3.26, 3.27, 3.35, 5.3.6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.5, 11.2.1, 11.2.2, 12.7.1, 13.1.3, 13.4.3

C

cabin controlled hoisting machine **3.4**, 9.2.5.1

cable tray **3.5**, 13.4.2, 13.5.1, 17.4, Annex B 13., C.1.2, C.1.3

cable trunking system **3.6**, 3.21, 13.1.3, 13.4.2, 13.5.1, 13.5.6, 13.5.7, C.1.2

concurrent **3.7**, 9.2.5.2, 9.2.5.7

conduit **3.8**, 3.21, 13.1.1, 13.1.3, 13.4.2, 13.4.3, 13.5.1, 13.5.3, 13.5.4, 13.5.5, 14.4, C.1.2

control circuit **3.9**, 3.10, 3.53, 4.1, 4.2.2, 5.3.8, 5.4, 7.2.4, 8.3.2, 9.1, 9.1.1, 9.1.2, 9.1.3, 9.4.1, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.3, 11.2.2, 12.2 table 5, 12.3 table 7, 12.7.8, 13.2.4, 13.4.5, C.1.3 table C.2

control device **3.10**, 3.7, 3.24, 3.25, 3.36, 7.1, 9.1, 9.1.1, 9.2.4, 9.2.5.2, 9.2.6.1, 9.2.6.3, 9.2.6.4, 9.3.4, 9.4.2.1, 10.1.1, 10.1.2, 10.1.3, 10.1.5, 10.5, 10.9, 10.2.1, 10.2.2, 13.3, 16.3, 16.5, 17.6, Annex B 8.

controlgear **3.11**, 6.3.2.2, 9.2.5.4.3, 11.1, 11.2.1, 11.2.2, 11.3, 11.5.1, 11.5.2, 16.4, Annex B 9., Annex B 13.

controlled stop **3.12**, 9.2.2

crane **3.13**, Figure 1, Figure 2, 1, 4.3.2, 4.6, 5.3.8, 7.8, 7.9, 8.2.1, 8.2.6, 9.2.7.5, 10.7.1, 12.7.1

crane-disconnector **3.14**, 5.3.1, 5.3.2 figure 3, 5.3.6.1 , 5.3.6.2, 5.3.8, 5.4, 5.5, 6.2.2, 7.9, 10.7.4, 10.8.4, 12.7.1, 15.1, 15.2.2, 16.2.1

crane-supply-switch **3.15**, 1, 4.3.1, 4.3.2, 5.1, 5.3.1, 5.3.2 figure 3, 5.3.5, 5.3.6.1, 6.2.2, 7.9, 9.2.5.4.2, 10.7.4, 10.8.4, 12.5, 16.2.1, Annex B 4.

crane-switch **3.16**, 4.3.2, 5.3.1, 5.3.2 figure 3, 5.3.6.1, 5.3.7.1, 5.3.7.2, 7.1, 9.2.5.4.2, 9.2.7.2, 9.2.7.3

current-carrying capacity **3.17**, 3.50, 7.2.8, 8.2.3, 12.4, 12.6.3, C.2

D

direct contact **3.18**, 3.3, 3.27, 3.49, 6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.4, 6.4.1, 9.2.5.4.3, 10.1.3, 12.7.1

direct opening action **3.19**, 9.4.2.1, 10.1.4, 10.8.2

disconnecting device **3.20**, 3.14, 5.3.3, 5.3.7.2, 5.5, 5.6, 6.2.2, 7.2.3, 18.2.2

duct **3.21**, 7.2.8, 8.2.3, 12.3, 12.7.8, 13.1.3, 13.3, 13.4.1, 13.4.2, 13.5.1, 13.5.2, 17.4, Annex B 23.

E

electrical operating area **3.22**, 5.5, 9.2.5.4, 11.3, 11.5.2

electronic equipment **3.23**, 1, 4.3.3, 9.4.2.3

emergency stop device **3.24**, 9.2.4, 9.2.7.3, 10.7, 10.8.1

emergency switching off device **3.25**, 5.3.5.3, 10.8

enclosed electrical operating area **3.26**, 5.4, 5.6, 6.2.2, 8.2.4, 15.1

enclosure **3.27**, 3.6, 3.11, 3.36, 4.4.2, 5.3.3, 6.2.2, 6.2.4, 7.2.8, 8.2.3, 8.2.5, 9.4.3.1, 10.1.1, 10.8.1, 10.8.2, 11.2.1, 11.2.2, 11.3, 11.4, 11.5.1, 11.5.3, 12.2, 12.4, 12.7.1, 12.7.8, 13.3, 13.4.1, 13.4.2, 13.4.5, 13.5.6, 14.2, 15.1, 15.2.2, 16.2.1, 16.4, 16.5, Annex B 5., Annex B 9., .24, C.1.2

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

equipment	**3.28**, 1, 3.2, 3.6, 3.9, 3.11, 3.22, 3.23, 3.26, 3.27, 3.30, 3.34, 3.47, 3.53, 3.58, 3.63, 3.66, 3.68, 3.70, 4.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.3.1, 4.3.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 5.1, 5.2, 5.3.3, 5.3.5.2, 5.3.6.1, 5.3.7.1, 5.3.8, 5.4, 5.5, 6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2.1, 6.3.2.2, 6.4.1, 7, 7.1, 7.2.2, 7.2.5, 7.7, 7.9, 8.1, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.2.7, 8.4, 9.2, 9.2.5.4.2, 9.4.1, 9.4.2.3, 11.1, 11.2.1, 11.2.2, 11.3, 11.4, 11.5.1, 11.5.3, 12.2, 12.3, 12.4, 12.7.6, 13.3, 13.4.2, 13.4.5, 13.5.3, 14.1, 14.5, 15.1, 15.2, 16.2.1, 16.2.2, 16.3, 16.4, 16.5, 17, 18.1, 18.2.3, 18.3, 18.4, 18.6, 18.7, A.1, A.3, A.4.2, Annex B, Annex C, C.1.2
equipotential bonding	**3.29**, 3.34, 3.54, 8, 8.1
exposed conductive part	**3.30**, 3.38, 3.56, 6.3.1, 6.3.2.3, 6.3.3, 7.2.3, 8.2.1, 8.2.3, 8.2.5, 8.4, A.1, A.2, A.3
extraneous conductive part	**3.31**, 3.56, 8.2.1, A.3
F	
failure	**3.32**, 3.33, 3.55, 4.1, 5.3.8, 7.2.10, 8.1, 8.2.5, 8.3, 9.3.4, 9.4, 9.4.1, 9.4.2, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.2
fault	**3.33**, 3.30, 3.32, 3.38, 3.51, 3.64, 4.1, 6.1, 6.3.2.2, 6.3.2.3, 6.3.3, 6.4.2, 7.1, 7.2.9, 7.7, 8.1, 8.2.1, 8.2.7, 9.2.5.1, 9.2.7.2, 9.2.7.3, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 17.6, 18.2.2, 18.2.3 table 10+11, A.1, A.2, A.4.1, A.4.2, A.4.3
functional bonding	**3.34**, 4.4.2, 8.1, 8.3
G	
guard	**3.35**, 3.41, 3.60, 9.3.1, 9.4.1, 9.4.2.3, 10.7.2, 12.7.1, 17.2
H	
hand-held direct-control device	**3.36**, 9.1, 10.1.1
hazard	**3.37**, 3.40, 3.60, 3.61, 3.65, 4.1, 5.4, 6.2.2, 6.2.4, 8.2.5, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.4.2.3, 10.7.1, 11.2.3, 12.1, 12.3, 13.1.4, 16.2.1, 16.2.2, 17.2
I	
indirect contact	**3.38**, 6.1, 6.3, 8.1, 10.1.1, 15.1, 18.1, Annex A
inductive power supply system	**3.39**, 5.5, 13.1.4
(electrically) instructed person	**3.40**, 3.22, 3.26, 5.5, 6.2.2, 12.7.1, Annex B 5.
interlock (for safeguarding)	**3.41**, 5.3.3, 5.3.5.1, 5.3.2.3, 5.3.8, 5.6, 6.2.2, 9.2.5.1, 9.2.5.2, 9.2.5.3, 9.3, 9.3.1, 9.3.3, 9.3.4, 9.4.1, 9.4.2.3, 11.2.2, 13.4.5, 17.2
L	
limiting device	**3.42,** 9.2.5.1, 9.3.2
live part	**3.43**, 3.18, 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2.3, 6.3.3, 6.4.1, 8.2.5, 8.2.7, 11.5.4, 12.7.1, 13.4.5, 13.4.7, A.1
M	
machine actuator	**3.44**, 3.12, 3.45, 3.69, 9.2.2, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.3.4, 14.6
machinery (machine)	**3.45**, 3.33, Annex B 8.
manually controlled hoisting machine	**3.46**, 7.5, 9.2.5.1, 9.2.5.5
marking	**3.47**, 5.3.6.1, 6.2.2, 9.4.3.1, 10.2.2, 11.2.1, 11.2.2, 13.1.1, 13.2.2, 16, 16.1, 16.3, 16.4, Annex B 12.
N	
neutral conductor (symbol N)	**3.48**, 5.1, 5.3.3, 7.2.3, 7.3.2, 9.4.3.1, 12.7.2, 13.2.3, 13.2.4, Annex B 4., C.3
O	
obstacle	**3.49**, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.6, 9.2.5.4.3, 11.2.1, 12.7.1
overcurrent	**3.50**, 3.51, 3.64, 6.3.3, 7.1, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3, 7.2.4, 7.2.5, 7.2.6, 7.2.7, 7.2.8, 7.2.9, 7.2.10, 7.7, 8.2.4, 9.1.3, 9.4.3.1, 9.4.4, 14.1, 14.6, 15.1, 15.2.2, 17.4, 18.2.2, A.1, A.2, Annex B 6., C.2, C.3, D.4
overload (of a circuit)	**3.51**, 7.1, 7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 9.2.5.5, 9.4.3.1, 14.1, 14.6, 15.1, Annex B 6., C.2
P	

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

plug/socket combination	**3.52**, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.6.2, 5.6, 8.2.4, 11.2.1, 13.1.2, 13.3, 13.4.5, 13.4.6, 18.2.3 table 10
power circuit	**3.53**, 3.36, 3.45, 4.1, 7.2.3, 9.1.1, 11.2.2, 12.2 table 5, 12.7.8, 13.2.4, 18.3, 18.4
protective bonding	**3.54**, 3.55, 3.56, 6.3.3, 8.1, 8.2.1, 8.2.6, 8.2.7, 12.7.8, 13.4.5, 15.1, A.1, A.4
protective bonding circuit	**3.55**, 5.1, 6.4.1, 7.2.4, 8.1, 8.2.1, 8.2.3, 8.2.4, 8.2.5, 8.2.7, 8.4, 9.1.1, 9.4.2.1, 9.4.3.1, 12.7.2, 13.1.1, 13.4.5, 13.5.1, 15.1, 15.2.1, 18.2.2, 18.2.3, 18.3, 18.4, A.3
protective conductor	**3.56**, 3.55, 5.1, 5.2, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.2.6, 8.2.7, 8.4, 12.7.2, 12.7.3, 12.7.4, 13.1.1, 13.1.2, 13.2.2, 13.2.4, 18.2.2, A.1, A.2, A.4.1 Annex B 4.
R	
redundancy	**3.57**, 9.4.1, 9.4.2.2
reference designation	**3.58**, 11.2.1, 16.5, 17.3, 17.9, Annex B 12.
risk	**3.59**, 3.25, 3.40, 3.43, 3.54, 3.61, 3.62, 3.65, 4.1, 4.2, 5.4, 6.3.1, 7.5, 7.9, 9.2.5.3, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.2, 9.2.6.2, 9.2.7.3, 9.2.7.5, 9.3.2, 9.4.1, 9.4.2, 10.8.1, 11.4, 11.5.1, 13.1.1, 13.4.2, 16.2.1, 16.2.2, 17.2, Annex E
S	
safeguard	**3.60**, 9.3.1, 17.2
safeguarding	**3.61**, 3.41, 4.1, 9.2.4, 17.2, 18.6
safety-related control function (safety-related control circuit)	**3.62**, 4.2.2, 9.2, 9.4.3, 10.1.4, 12.3
servicing level	**3.63**, 5.3.4, 10.1.2, 11.2.1
short-circuit current	**3.64**, 7.2.9, 7.2.10, 12.7.8, Annex B 4., C.3
(electrically) skilled person	**3.65**, 3.22, 3.26, 3.40, 5.5, 6.2.2, 12.7.1, Annex B 5.
supplier	**3.66**, 4.1, 4.2.2, 4.3.1, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 4.7, 6.2.2, 7.2.2, 10.3.2, 11.2.2, 12.3, 13.2.1, 16.3, 16.4, 17.3, 17.9, A.2, Annex B, Annex B 6.
switching device	**3.67**, 3.11, 3.15, 3.16, 3.36, 5.3, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4, 6.2.4, 7.2.10, 7.3.2, 8.2.4, 9.2.5.3, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.4.2.1, 13.4.4, 13.4.5
T	
terminal	**3.68**, 3.56, 4.4.2, 5.1, 5.2, 6.2.2, 6.4.2, 7.2.7, 7.9, 8.2.1, 8.2.6, 8.2.7, 9.4.3.1, 11.2.1, 11.2.2, 11.5.1, 13.1.1, 13.1.2, 13.3, 13.4.4, 13.4.6, 13.4.7, 14.4, 17.6, 18.2.2, 18.2.3 table 10, A.4
U	
uncontrolled stop	**3.69**, 9.2.2
user	**3.70**, 1, 3.66, 4.1, 4.3.1, 4.3.2, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 7.3.2, 10.3.2, 11.2.3, 13.2.1, 14.5, 16.3, 17.3, 17.4, 17.9, Annex B, Annex B 6., Annex B 13.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 135
INTRODUCTION 137

1 Domaine d'application 140
2 Références normatives 141
3 Termes et définitions 144
4 Exigences générales 152
4.1 Considérations générales 152
4.2 Choix des matériels 153
4.2.1 Généralités 153
4.2.2 Choix des contacteurs de puissance 153
4.2.3 Equipement électrique en conformité avec la série CEI 60439 153
4.3 Alimentation électrique 154
4.3.1 Généralités 154
4.3.2 Alimentations en courant alternatif 154
4.3.3 Alimentations en courant continu 154
4.3.4 Source de puissance embarquée 155
4.4 Environnement physique et conditions de fonctionnement 155
4.4.1 Généralités 155
4.4.2 Compatibilité électromagnétique (CEM) 155
4.4.3 Température ambiante de l'air 156
4.4.4 Humidité 156
4.4.5 Altitude 156
4.4.6 Agents de pollution 156
4.4.7 Rayonnements ionisants et non ionisants 157
4.4.8 Vibrations, chocs et coups 157
4.5 Transport et stockage 157
4.6 Précautions pour la manutention 157
4.7 Installation 157
5 Bornes des conducteurs d'alimentation et appareils de coupure et de sectionnement 157
5.1 Bornes des conducteurs d'alimentation 157
5.2 Borne pour le raccordement à l'installation de protection externe 158
5.3 Appareils de sectionnement et de connexion 158
5.3.1 Généralités 158
5.3.2 Type 158
5.3.3 Exigences 161
5.3.4 Organes de manœuvre 161
5.3.5 Interrupteur d'alimentation de grue 161
5.3.6 Sectionneur de grue 163
5.3.7 Interrupteur de grue 164
5.3.8 Circuits spéciaux 164
5.4 Appareils de coupure pour éviter un démarrage intempestif 165
5.5 Appareils de sectionnement pour l'équipement électrique 166
5.6 Protection contre une fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur 166
6 Protection contre les chocs électriques 166
6.1 Généralités 166

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

6.2 Protection contre les contacts directs 167
6.2.1 Généralités 167
6.2.2 Protection au moyen d'enveloppes 167
6.2.3 Protection par isolation des parties actives 168
6.2.4 Protection contre les tensions résiduelles 168
6.2.5 Protection par barrières 169
6.2.6 Protection par mise hors de portée ou protection par mise en place d'obstacles 169
6.3 Protection contre les contacts indirects 169
6.3.1 Généralités 169
6.3.2 Prévention contre l'apparition d'une tension de contact 169
6.3.3 Protection par coupure automatique de l'alimentation 170
6.4 Protection par l'utilisation de la TBTP 171
6.4.1 Exigences générales 171
6.4.2 Sources pour TBTP 171
7 Protection de l'équipement 171
7.1 Généralités 171
7.2 Protection contre les surintensités 172
7.2.1 Généralités 172
7.2.2 Conducteurs d'alimentation 172
7.2.3 Circuits de puissance 172
7.2.4 Circuits de commande 173
7.2.5 Prises de courant et conducteurs associés 173
7.2.6 Circuits d'éclairage 173
7.2.7 Transformateurs 173
7.2.8 Emplacement des dispositifs de protection contre les surintensités 173
7.2.9 Dispositifs de protection contre les surintensités 174
7.2.10 Calibrage et réglage des dispositifs de protection contre les surintensités 174
7.3 Protection des moteurs contre les échauffements anormaux 174
7.3.1 Généralités 174
7.3.2 Protection contre les surcharges 175
7.3.3 Protection contre les températures excessives 175
7.3.4 Protection par limitation de courant 176
7.4 Protection contre les températures anormales 176
7.5 Protection contre l'interruption ou la baisse de la tension d'alimentation et son rétablissement ultérieur 176
7.6 Protection contre la survitesse des moteurs 176
7.7 Protection contre les défauts à la terre et les courants résiduels 177
7.8 Protection de l'ordre des phases 177
7.9 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique et les surtensions de manœuvre 177
8 Liaison équipotentielle 178
8.1 Généralités 178
8.2 Circuit de protection 180
8.2.1 Généralités 180
8.2.2 Conducteurs de protection 180
8.2.3 Continuité du circuit de protection 181
8.2.4 Exclusion des appareils de connexion du circuit de protection 181

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8.2.5 Parties dont le raccordement au circuit de protection n'est pas nécessaire 182
8.2.6 Points de raccordement du conducteur de protection 182
8.2.7 Exigences supplémentaires de liaison de protection pour équipement électrique dont les courants de fuite à la terre sont supérieurs à 10 mA en courant alternatif ou en courant continu 182
8.3 Liaison fonctionnelle 183
8.4 Mesures pour limiter les effets d'un courant de fuite élevé 183
9 Circuits de commande et fonctions de commande 183
9.1 Circuits de commande 183
9.1.1 Alimentation du circuit de commande 183
9.1.2 Tensions du circuit de commande 184
9.1.3 Protection 184
9.2 Fonctions de commande 184
9.2.1 Fonctions marche 184
9.2.2 Fonctions arrêt 184
9.2.3 Modes de marche 184
9.2.4 Neutralisation provisoire de la protection par protecteur 185
9.2.5 Fonctionnement 185
9.2.6 Autres fonctions de commande 188
9.2.7 Commandes sans fil 188
9.3 Verrouillages de protection 191
9.3.1 Refermeture ou réarmement d'un moyen de protection avec dispositif de verrouillage 191
9.3.2 Dépassement des limites de fonctionnement 191
9.3.3 Mise en œuvre des fonctions auxiliaires 191
9.3.4 Interverrouillages entre opérations différentes et pour des mouvements contraires 192
9.3.5 Freinage par contre-courant 192
9.4 Fonctions de commande en cas de défaillance 192
9.4.1 Exigences générales 192
9.4.2 Mesures pour minimiser les risques en cas de défaillance 193
9.4.3 Protection contre des manœuvres impropres dues à des défauts à la terre, à des interruptions de tension et à des pertes de continuité de circuit 194
9.4.4 Protection contre les dysfonctionnements des systèmes de commande de mouvement 196
10 Interface opérateur et appareils de commande montés sur l'appareil de levage 197
10.1 Généralités 197
10.1.1 Exigences générales pour les appareils 197
10.1.2 Emplacement et montage 197
10.1.3 Protection 197
10.1.4 Capteurs de position 198
10.1.5 Postes de commande portables et pendants 198
10.2 Boutons-poussoirs 198
10.2.1 Couleurs 198
10.2.2 Marquages 199
10.3 Voyants lumineux de signalisation et dispositifs d'affichage 200
10.3.1 Généralités 200
10.3.2 Couleurs 200
10.3.3 Voyants lumineux et dispositifs d'affichage clignotants 201

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

10.4 Boutons-poussoirs lumineux 201
10.5 Appareils de commande rotatifs 201
10.6 Appareils de mise en marche 201
10.7 Appareils d'arrêt d'urgence 202
10.7.1 Emplacement des appareils d'arrêt d'urgence 202
10.7.2 Types d'appareils d'arrêt d'urgence 202
10.7.3 Couleur des organes de commande 202
10.7.4 Manœuvre locale de l'interrupteur d'alimentation de grue et du sectionneur de grue pour effectuer un arrêt d'urgence 202
10.8 Appareils de coupure d'urgence 203
10.8.1 Emplacement des appareils de coupure d'urgence 203
10.8.2 Types d'appareils de coupure d'urgence 203
10.8.3 Couleur des organes de commande 203
10.8.4 Manœuvre locale de l'interrupteur d'alimentation de grue et du sectionneur de grue pour effectuer une coupure d'urgence 203
10.9 Dispositif de commande de validation 203
11 Appareillage de commande: emplacement, montage et enveloppes 204
11.1 Exigences générales 204
11.2 Emplacement et montage 204
11.2.1 Accessibilité et maintenance 204
11.2.2 Séparation physique et groupage 205
11.2.3 Effets de la chaleur 205
11.3 Degrés de protection 206
11.4 Enveloppes, portes et ouvertures 206
11.5 Accès à l'appareillage de commande 207
11.5.1 Généralités 207
11.5.2 Accès aux passages 207
11.5.3 Passages le long de l'appareillage de commande 208
11.5.4 Restrictions pour passages et portes 208
12 Câbles et conducteurs 208
12.1 Exigences générales 208
12.2 Conducteurs 209
12.3 Isolation 210
12.4 Courant admissible en fonctionnement normal 210
12.5 Chute de tension 211
12.6 Câbles souples 212
12.6.1 Généralités 212
12.6.2 Dimensionnement mécanique 212
12.6.3 Courant admissible des câbles enroulés sur des tambours 212
12.7 Câbles conducteurs, barres conductrices et assemblages glissants 213
12.7.1 Protection contre les contacts directs 213
12.7.2 Circuit des conducteurs de protection 215
12.7.3 Collecteurs de courant du conducteur de protection 215
12.7.4 Collecteurs de courant démontables avec fonction de sectionnement 215
12.7.5 Distances d'isolement dans l'air 215
12.7.6 Lignes de fuite 215
12.7.7 Subdivision du système conducteur 216
12.7.8 Construction et installation des systèmes à câbles conducteurs, à barres conductrices et des assemblages glissants 216
13 Pratiques du câblage 216

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

13.1 Raccordement et cheminement 216
13.1.1 Exigences générales 216
13.1.2 Cheminement des conducteurs et des câbles 217
13.1.3 Conducteurs appartenant à des circuits différents 217
13.1.4 Raccordement entre le détecteur et le convertisseur détecteur d'un système d'alimentation à induction 218
13.2 Identification des conducteurs 218
13.2.1 Exigences générales 218
13.2.2 Identification du conducteur de protection 218
13.2.3 Identification du conducteur neutre 218
13.2.4 Identification par la couleur 219
13.3 Câblage à l'intérieur des enveloppes 219
13.4 Câblage à l'extérieur des enveloppes 220
13.4.1 Exigences générales 220
13.4.2 Canalisations externes 220
13.4.3 Raccordement à l'appareil de levage et à ses éléments mobiles 220
13.4.4 Raccordement des dispositifs à l'appareil de levage 222
13.4.5 Ensembles fiche-prise 222
13.4.6 Démontage pour le transport 223
13.4.7 Conducteurs supplémentaires 223
13.5 Canalisations, boîtes de raccordement et autres boîtiers 223
13.5.1 Exigences générales 223
13.5.2 Taux de remplissage des canalisations 223
13.5.3 Conduit métallique rigide et accessoires 224
13.5.4 Conduit métallique souple et accessoires 224
13.5.5 Conduit souple non métallique et accessoires 224
13.5.6 Système de goulottes 224
13.5.7 Compartiments de l'appareil de levage et systèmes de goulottes 224
13.5.8 Boîtes de raccordement et autres boîtiers 225
13.5.9 Boîtes à bornes de moteur 225
14 Moteurs électriques et équipements associés 225
14.1 Exigences générales 225
14.2 Enveloppes des moteurs 225
14.3 Dimensions des moteurs 225
14.4 Montage des moteurs et compartiments moteurs 225
14.5 Critère de choix des moteurs 226
14.6 Dispositifs de protection pour les freins mécaniques 226
14.7 Freins mécaniques commandés électriquement 226
15 Accessoires et éclairage 227
15.1 Accessoires 227
15.2 Eclairage local de l'appareil de levage et de l'équipement 227
15.2.1 Généralités 227
15.2.2 Alimentation 227
15.2.3 Protection 228
15.2.4 Accessoires 228
16 Marquages, signaux d'avertissement et désignations de référence 228
16.1 Généralités 228
16.2 Signaux d'avertissement 228
16.2.1 Danger de choc électrique 228

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

16.2.2 Danger lié aux surfaces chaudes 229
16.3 Identification fonctionnelle 229
16.4 Marquage de l'équipement 229
16.5 Désignations de référence 229
17 Documentation technique 230
17.1 Généralités 230
17.2 Informations à fournir 230
17.3 Exigences applicables à toute documentation 231
17.4 Documents d'installation 231
17.5 Schémas d'ensemble et schémas fonctionnels 232
17.6 Schémas des circuits 232
17.7 Manuel de fonctionnement 232
17.8 Manuel de maintenance 232
17.9 Nomenclature des pièces détachées 233
18 Vérification 233
18.1 Généralités 233
18.2 Vérification des conditions de protection par coupure automatique de l'alimentation 234
18.2.1 Généralités 234
18.2.2 Méthodes d'essai pour les schémas TN 234
18.2.3 Application des méthodes d'essai aux schémas TN 234
18.3 Essais de résistance d'isolement 236
18.4 Essais de tension 237
18.5 Protection contre les tensions résiduelles 237
18.6 Essais fonctionnels 237
18.7 Nouveaux essais 237

Annexe A (normative) Protection contre les contacts indirects dans les schémas TN 238
Annexe B (informative) Questionnaire concernant l'équipement électrique des appareils de levage 242
Annexe C (informative) Courant admissible et protection contre les surintensités des conducteurs et câbles dans les équipements électriques des machines 245
Annexe D (informative) Choix des conducteurs en régime intermittent 250
Annexe E (informative) Explication sur les fonctions de manœuvre d'urgence 254
Annexe F (informative) Comparaison des sections usuelles de conducteurs 255

Bibliographie 257

Index 260

Figure 1 – Schéma fonctionnel d'appareils de levage associés dans un système typique de manutention portuaire 138
Figure 2 – Schéma fonctionnel d'un appareil de levage typique et son équipement électrique associé 139
Figure 3 – Exemples de réseaux d'alimentation électrique 160
Figure 4 – Exemple de liaisons équipotentielles pour l'équipement électrique d'un appareil de levage 179

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Figure 5 – Protection contre des manœuvres impropres dues à des défauts à la terre – Méthode a) 195
Figure 6 – Protection contre des manœuvres impropres dues à des défauts à la terre – Méthode b) 196
Figure 7 – Volume d'accessibilité au toucher 214
Figure A.1 – Disposition typique pour la mesure de l'impédance de boucle de défaut 241
Figure C.1 – Méthodes d'installation des conducteurs et câbles indépendamment du nombre de conducteurs/câbles 246
Figure C.2 – Paramètres des conducteurs et dispositifs de protection 248
Figure D.1 – Exemple de courant et de durée des segments du cycle de fonctionnement d'un mécanisme de levage à courant alternatif à vitesse variable 253

Tableau 1 – Section minimale du conducteur de protection externe en cuivre 158
Tableau 2 – Code de couleurs pour organes de commande à bouton-poussoir et leur signification 199
Tableau 3 – Symboles pour boutons-poussoirs 200
Tableau 4 – Couleurs des voyants lumineux de signalisation et leur signification suivant la condition de l'appareil de levage 201
Tableau 5 – Sections minimales des conducteurs en cuivre 209
Tableau 6 – Classification des conducteurs 209
Tableau 7 – Exemples de courants admissibles (I_Z) pour conducteurs ou câbles en cuivre isolés au PVC, en régime permanent, pour une température ambiante de +40 °C, pour différentes méthodes d'installation 211
Tableau 8 – Facteurs de réduction pour des câbles enroulés sur tambours 213
Tableau 9 – Rayon minimal de courbure permis pour le guidage forcé de câbles souples 221
Tableau 10 – Application des méthodes d'essai aux schémas TN 235
Tableau 11 – Exemples de longueurs de câbles maximales autorisées entre chaque appareil de protection et sa charge 236
Tableau A.1 – Temps de coupure maximal en schéma TN 238
Tableau C.1 – Facteurs de correction 245
Tableau C.2 – Facteurs de réduction de I_Z pour groupage 247
Tableau C.3 – Facteurs de réduction de I_Z pour les câbles multiconducteurs jusqu'à 10 mm^2 247
Tableau C.4 – Températures maximales admissibles du conducteur en conditions normales et conditions de court-circuit 249
Tableau D.1 – Facteur de correction pour une cycle de 10 min 251
Tableau D.2 – Constante de temps thermique des conducteurs 252
Tableau F.1 – Comparaison des dimensions de conducteurs 255

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES MACHINES –

Partie 32: Exigences pour les appareils de levage

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60204-32 a été établie par le comité d'études 44 de la CEI: Sécurité des machines – Aspects électrotechniques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1998, dont elle constitue une révision technique.

La présente édition comprend les modifications techniques significatives suivantes par rapport à l'édition précédente.

a) Les modifications issues de la 5^{e} édition (2005) de la CEI 60204-1 ont été incorporées, en particulier
   - la suppression de l'Article 11 de l'édition précédente;
   - la modification de la structure de la liaison équipotentielle (Article 8);
   - la séparation des fonctions de commande (Article 9) et des appareils (Article 10);

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

- la structure de la documentation technique (Article 17);
- la vérification de la protection par coupure automatique de l'alimentation (18.2).

b) Le paragraphe 9.2.7 sur les commandes sans fil a été modifié.

Le texte de cette norme est basé sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
44/574/FDIS	44/579/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Les différences suivantes existent dans certains pays:

– 4.3.1: Les caractéristiques de tension fournies par le réseau public de distribution sont données dans la EN 50160:1999, *Caractéristiques de tension fournies par les réseaux publics de distribution* (Europe);
– 7.2.3: La coupure du conducteur neutre est obligatoire en schéma TN-S (France);
– 12.2, Tableau 5: Les sections sont spécifiées en AWG (*American Wire Gauge*) (USA);
– 13.2.2: Pour le conducteur de protection, la couleur VERT (avec ou sans bandes JAUNE) est utilisée comme équivalent de la combinaison VERT-et-JAUNE (USA et Canada);
– 13.2.3: Les couleurs BLANC et GRIS NATUREL sont utilisées pour les conducteurs de neutre mis à la terre au lieu du BLEU CLAIR (USA et Canada);
– 13.2.4: La couleur JAUNE est utilisée au lieu du ORANGE à cette fin (USA).

La liste de toutes les parties de la CEI 60204, sous le titre général *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines*, peut être consulté sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI 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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60204 fournit les exigences et recommandations relatives à l'équipement électrique des appareils de levage en vue d'améliorer

– la sécurité des personnes et des biens;
– la cohérence de réponse des commandes;
– la facilité de la maintenance.

Des performances élevées ne doivent pas être obtenues au détriment des paramètres essentiels mentionnés ci-dessus.

Les Figures 1 et 2 sont fournies en tant qu'aide pour la compréhension des relations entre les différents éléments d'un appareil de levage et ses équipements associés. La Figure 1 présente le schéma d'ensemble d'un système de manutention typique (un groupe d'engins de levage fonctionnant de manière coordonnée) et la Figure 2 représente le schéma d'un appareil de levage typique et ses équipements associés montrant les divers éléments de l'équipement électrique explicités dans cette norme.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

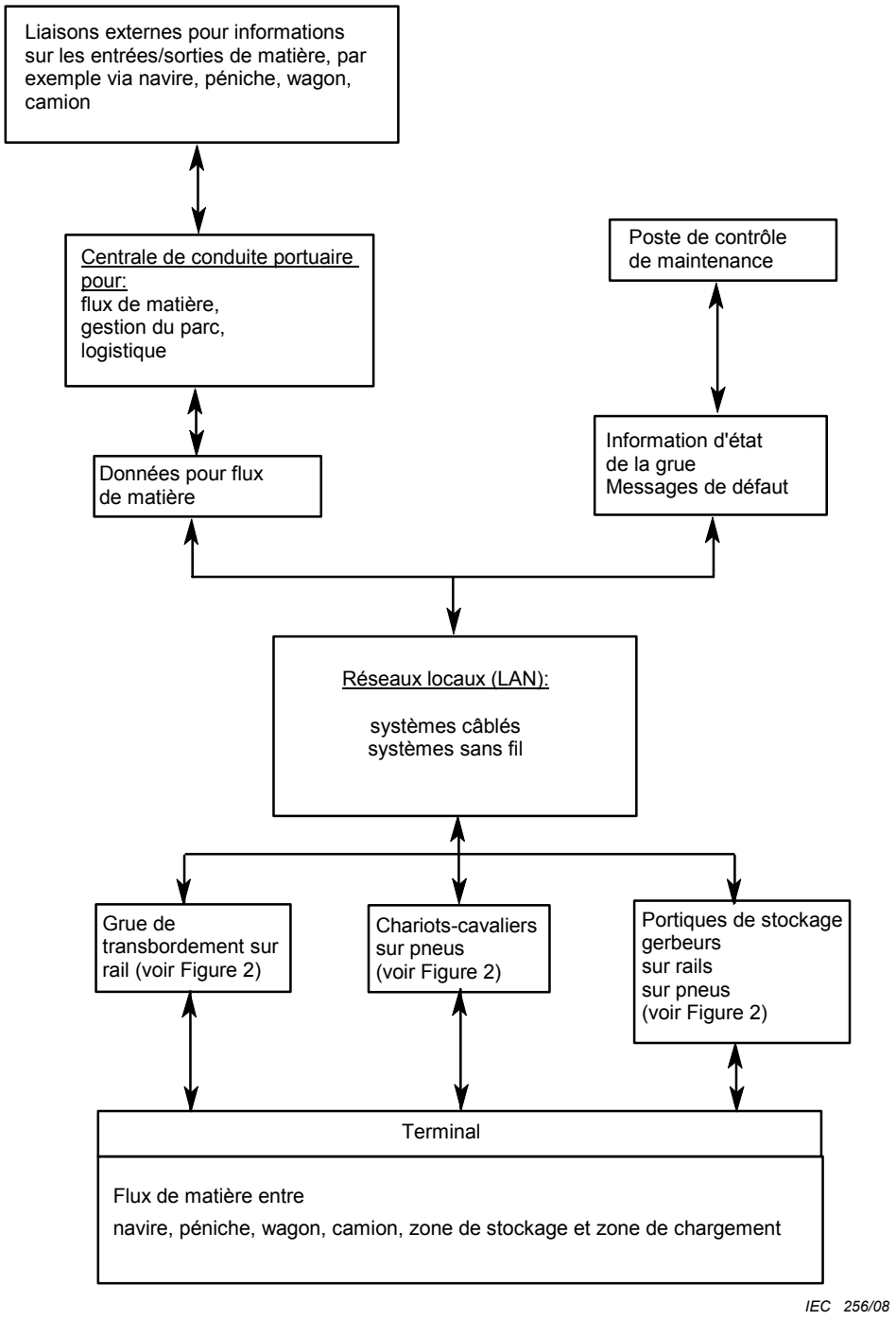


Figure 1 – Schéma fonctionnel d'appareils de levage associés dans un système typique de manutention portuaire

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

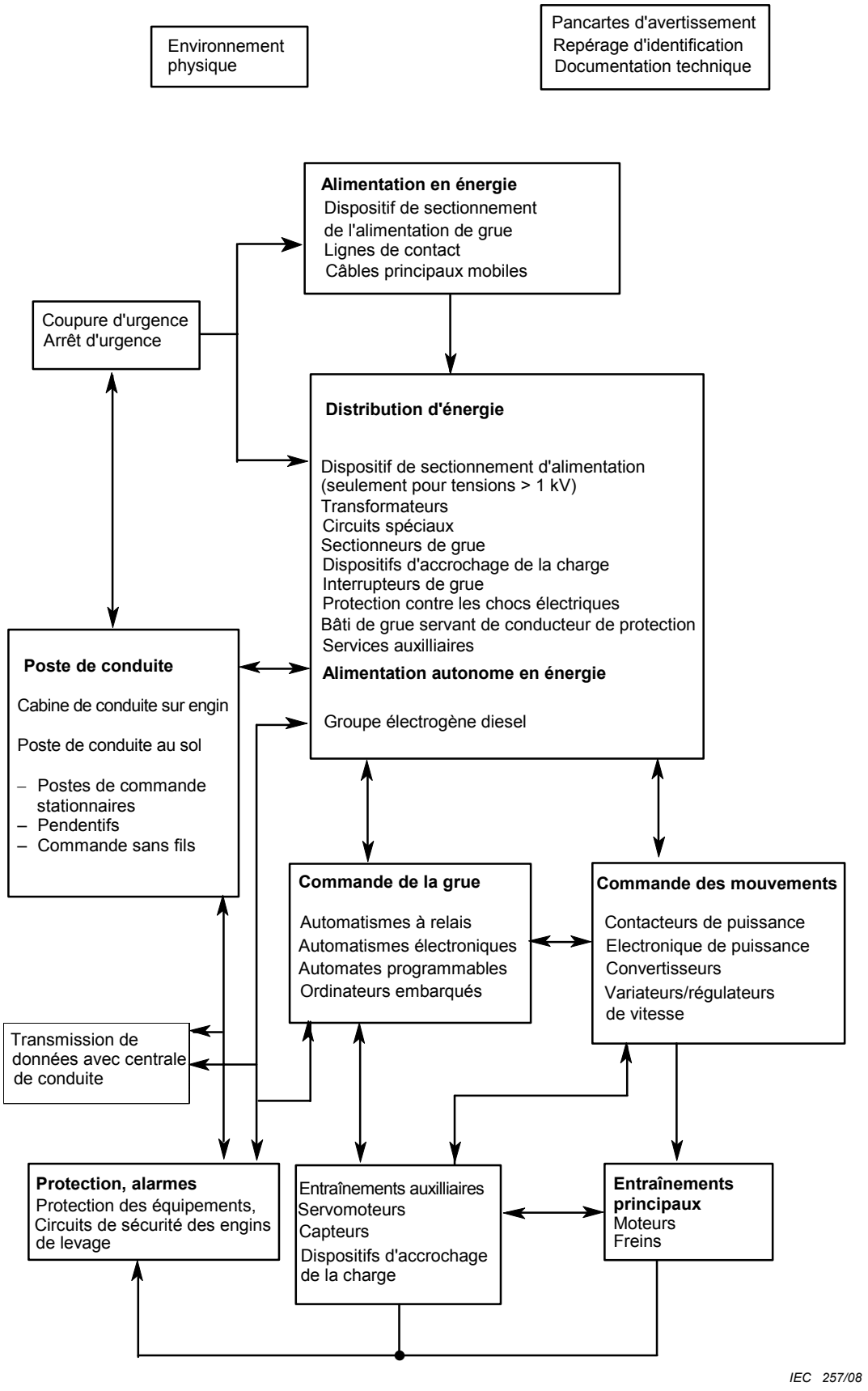


Figure 2 – Schéma fonctionnel d'un appareil de levage typique et son équipement électrique associé

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES MACHINES –

Partie 32: Exigences pour les appareils de levage

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60204 s'applique aux équipements et systèmes électriques et électroniques des appareils de levage et à leurs équipements associés.

NOTE 1 Dans la présente norme, le terme «électrique» est utilisé dans le sens général d'électrique et d'électronique (par exemple «équipement électrique» concerne à la fois l'équipement électrique et l'équipement électronique).

NOTE 2 Dans le cadre de la présente norme, le terme «personne» s'applique à n'importe quel individu et indique les personnes désignées et formées par l'utilisateur ou son (ses) agent(s) pour l'utilisation ou l'entretien de la machine de levage concernée.

L'équipement traité dans la présente norme a pour origine le point de connexion de l'alimentation à l'équipement électrique de l'appareil de levage (sectionneur d'alimentation de l'appareil de levage), y compris l'alimentation de puissance et les alimentations de commande situées à l'extérieur de l'appareil de levage, par exemple les câbles souples, les câbles conducteurs ou les barres conductrices (voir Figure 3).

NOTE 3 Pour les exigences d'installations électriques dans les bâtiments, voir la CEI 60364.

La présente norme s'applique aux équipements ou parties d'équipements dont la tension n'excède pas 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu entre phases, et dont la fréquence nominale n'excède pas 200 Hz.

NOTE 4 Pour les tensions plus élevées, voir la CEI 60204-11.

Des exigences complémentaires et particulières peuvent s'appliquer aux équipements électriques des appareils de levage, y compris ceux qui

– sont destinés à être utilisés en plein air (c'est-à-dire, à l'extérieur des bâtiments ou d'autres structures de protection);
– manipulent ou transportent des matériaux potentiellement explosifs (par exemple de la peinture ou de la sciure);
– sont destinés à être utilisés dans des atmosphères potentiellement explosives et/ou inflammables;
– sont destinés à être utilisés dans des mines.

Pour les besoins de la présente norme, les appareils de levage comprennent les grues de tous types, les treuils de tous types et les machines de stockage et d'extraction. Les familles de produits suivantes sont incluses:

– ponts roulants;
– grues mobiles;
– grues à tour;
– grues pivotantes à flèche relevable;
– portiques;
– grues offshore;
– grues flottantes;
– treuils de tous types;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– palans et accessoires;
– grues de chargement;
– grues à câble (blondins);
– accessoires de suspension de charge;
– machines de stockage et d'extraction;
– treuils suspendus avec rail de translation fixe;
– enjambeurs;
– portiques sur pneus.

La présente norme ne traite pas les éléments particuliers de l'équipement électrique, sauf pour leur choix et leur mise en œuvre.

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 (y compris les éventuels amendements) s'applique.

CEI 60034-1, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 60034-5, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale des machines électriques tournantes (code IP) – Classification*

CEI 60034-11, *Machines électriques tournantes – Partie 11: Protection thermique*

CEI 60068-2-27:1987, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-32:1975, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-32: Essais – Essai Ed: Chute libre*
Amendement 2 (1990)

CEI 60072-1, *Dimensions et séries de puissances des machines électriques tournantes – Partie 1: Désignation des carcasses entre 56 et 400 et des brides entre 55 et 1080*

CEI 60072-2, *Dimensions et séries de puissances des machines électriques tournantes – Partie 2: Désignation des carcasses entre 355 et 1000 et des brides entre 1180 et 2360*

CEI 60073, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de codage pour les indicateurs et les organes de commande*

CEI 60309-1, *Prises de courant pour usages industriels – Partie 1: Règles générales*

CEI 60332 (toutes les parties), *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu*

CEI 60364-1, *Installations électriques à basse tension – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

CEI 60364-4-41:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

CEI 60354-4-42 :2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4-42: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les effets thermiques*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CEI 60364-4-43:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4-43: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les surintensités*

CEI 60364-5-52:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-52: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Canalisations*

CEI 60364-5-53:2002, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-53: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Sectionnement, coupure et commande*

CEI 60364-5-54:2002, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Mises à la terre, conducteurs de protection et conducteurs d'équipotentialité de protection*

CEI 60364-6:2006, *Installations électriques à basse tension – Partie 6: Vérification*

CEI 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60439-1:1999, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série*[1]
Amendment 1 (2004)

CEI 60445, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels et des extrémités de conducteurs* (en anglais seulement)

CEI 60446:2007, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification – Identification des conducteurs par des couleurs ou par des repères numériques* (en anglais seulement)

CEI 60447, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de manœuvre*

CEI 60529:2001, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

CEI 60617, *Symboles graphiques pour schémas*

CEI 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

CEI 60898 (toutes les parties), *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues*

CEI 60947-1 :2007 *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 60947-2:2006, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*

CEI 60947-3, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles*

CEI 60947-4-1:2000, *Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques*
Amendement 1 (2002)[2]

CEI 60947-5-1:2003, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

---

1 Il existe une édition consolidée 4.1 (2004) qui comprend l'édition 4 et son amendement.

2 Il existe une édition consolidée 2.1 (2002) qui comprend l'édition 2 et son amendement.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CEI 61082-1:2006, *Etablissement des documents utilisés en électrotechnique – Partie 1: Règles*

CEI 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

CEI 61180-2:1994, *Techniques des essais à haute tension pour matériel à basse tension – Partie 2: Matériel d'essai*

CEI 61310 (toutes les parties), *Sécurité des machines – Indication, marquage, manœuvre*

CEI 61346 (toutes les parties), *Systèmes industriels, installations et appareils, et produits industriels – Principes de structuration et désignations de référence*

CEI 61557-3, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 3: Impédance de boucle*

CEI 61558-1, *Sécurité des transformateurs, alimentations, bobines d'inductance et produits analogues – Partie 1: Exigences générales et essais*

CEI 61558-2-6, *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues – Partie 2-6: Règles particulières pour les transformateurs de sécurité pour usage général*

CEI 61800-5-2:2007, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 5-2: Exigences de sécurité – Fonctionnel (en anglais seulement)*

CEI 61984, *Connecteurs – Prescriptions de sécurité et essais*

CEI 62023, *Structuration des informations et de la documentation techniques*

CEI 62027, *Etablissement des nomenclatures de composants*

CEI 62061, *Sécurité des machines – Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité*

CEI 62079, *Etablissement des instructions – Structure, contenu et présentation*

ISO 7000:2004*, Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*

ISO 12100-1:2006, *Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 1: Terminologie de base, méthodologie*

ISO 12100-2:2003, *Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 2: Principes techniques*

ISO 13849-1:2006, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception*

ISO 13849-2:2003*, Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 2: Validation*

ISO 13850:2006, *Sécurité des machines – Arrêt d'urgence – Principes de conception*

ISO 13851:2002, *Sécurité des machines – Dispositifs de commande bimanuelle – Aspects fonctionnels et principes de conception*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ISO 13852:1996, *Sécurité des machines – Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1
organe de commande
partie d'un appareil à laquelle une action manuelle extérieure doit être appliquée

NOTE 1 L'organe de commande peut prendre la forme d'une poignée, d'un bouton, d'un bouton-poussoir, d'une roulette, d'un plongeur, etc.

NOTE 2 Certains organes n'exigent pas d'effort extérieur, mais seulement une action.

NOTE 3 Noter la différence entre organe de commande et actionneur (3.44).

3.2
température ambiante
température moyenne de l'air ou du milieu au voisinage du matériel

3.3
barrière de protection (électrique)
partie assurant la protection contre les contacts directs dans toute direction habituelle d'accès

[VEI 826-12-23]

3.4
appareil de levage commandé par cabine
appareil de levage commandé à partir d'une cabine fixée de manière permanente à l'appareil de levage

3.5
chemin de câbles (tablette)
support de câbles constitué d'une base continue avec de rebords, mais ne comportant pas de couvercle

NOTE Un chemin de câbles peut être perforé ou en treillis.

[VEI 826-15-08]

3.6
système de goulottes
ensemble d'enveloppes fermées, munies d'un fond avec un couvercle amovible et destiné à la protection complète des conducteurs isolés et des câbles ainsi qu'au logement d'autres matériels électriques

3.7
concomitant
agissant ensemble; utilisé pour décrire une situation dans laquelle deux ou plusieurs appareils de commande sont actifs en même temps (mais pas nécessairement en synchronisme)

3.8
conduit
élément d'un système de canalisation électrique fermé de section droite généralement circulaire, destiné à la mise en place par tirage, ou au remplacement des conducteurs ou des câbles isolés dans les installations électriques ou de télécommunications

NOTE Il convient que les conduits soient suffisamment fermés sur leur pourtour de façon que les conducteurs ne puissent être introduits que par tirage et non par insertion latérale.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

[VEI 826-15-03]

3.9
circuit de commande (d'un appareil de levage)
circuit utilisé pour la commande, y compris la surveillance, d'un appareil de levage et de l'équipement électrique

3.10
appareil de commande
appareil raccordé au circuit de commande et servant à commander le fonctionnement de l'appareil de levage (par exemple détecteurs de position, auxiliaires manuels de commande, relais, électrodistributeurs, capteurs de vitesse)

3.11
appareillage de commande
appareils de connexion et leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés, ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les supports correspondants, destinés en principe à la commande des appareils utilisateurs d'énergie électrique

[VEI 441-11-03, modifiée]

3.12
arrêt contrôlé
arrêt du mouvement d'un appareil de levage, en maintenant la puissance électrique aux actionneurs durant la procédure d'arrêt

3.13
grue
appareil pour monter/descendre et déplacer horizontalement des charges suspendues

3.14
sectionneur de grue
sectionneur manuel installé sur un appareil de levage pour la déconnexion (sectionnement) du circuit d'alimentation (par exemple pour des réparations ou des travaux d'entretien)

3.15
interrupteur d'alimentation de grue
sectionneur et interrupteur manuel pouvant être, si nécessaire, commandé à distance, utilisé pour déconnecter l'appareil de levage de son alimentation

3.16
interrupteur de grue
appareil de connexion destiné à couper l'alimentation de puissance des entraînements connectés (par exemple dans le cas d'une coupure d'urgence)

3.17
courant permanent admissible
ampacity (US)

valeur maximale du courant électrique qui peut parcourir en permanence, un conducteur, un dispositif ou un appareil sans que sa température de régime permanent soit, dans des conditions données, supérieure à la valeur spécifiée

[VEI 826-11-13]

3.18
contact direct
contact électrique de personnes ou d'animaux avec des parties actives

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

[VEI 826-12-03]

3.19
manœuvre positive d'ouverture (d'un élément de contact)
accomplissement de la séparation des contacts résultant directement d'un mouvement de l'organe de commande et effectué au moyen de pièces non élastiques (par exemple sans l'intermédiaire de ressorts)

[CEI 60947-5-1, K.2.2]

3.20
appareil de sectionnement
appareil qui assure, en position d'ouverture, une distance de sectionnement satisfaisant à des exigences spécifiées

3.21
canalisation
canal fermé destiné expressément au support et à la protection de conducteurs, de câbles et de barres électriques

NOTE Les conduits (voir 3.8), les systèmes de goulottes (voir 3.6) et les canaux enterrés sont des types de canalisations.

3.22
zone de service électrique
local ou emplacement pour matériels électriques dont l'accès est destiné à être restreint aux personnes qualifiées ou averties, par ouverture d'une porte ou retrait d'une barrière, sans l'aide d'une clé ou d'un outil et qui est clairement marqué à l'aide de signaux d'avertissement appropriés

3.23
équipement électronique
partie d'un équipement électrique comprenant des circuits dépendant pour son fonctionnement de dispositifs et composants électroniques

3.24
appareil d'arrêt d'urgence
appareil de commande manœuvré manuellement et utilisé pour initier une fonction d'arrêt d'urgence

[ISO 13850, 3.2]

NOTE Voir l'Annexe E.

3.25
appareil de coupure d'urgence
appareil de commande manœuvré manuellement et destiné à couper l'alimentation électrique de tout ou partie d'une installation s'il y a risque de choc électrique ou tout autre risque d'origine électrique

NOTE Voir l'Annexe E.

3.26
zone fermée de service électrique
local ou emplacement de matériels électriques dont l'accès est destiné à être restreint aux personnes qualifiées ou averties par ouverture d'une porte ou retrait d'une barrière à l'aide d'une clé ou d'un outil et qui est clairement marqué à l'aide de signaux d'avertissement appropriés

3.27
enveloppe
élément assurant la protection des matériels contre certaines influences externes et, dans toutes les directions, la protection contre les contacts directs

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE Cette définition tirée du VEI existant nécessite les explications suivantes dans le cadre de la présente norme:

a) Les enveloppes assurent la protection de personnes ou d'animaux domestiques ou d'élevage contre l'accès aux parties dangereuses.

b) Les barrières, formes des ouvertures, ou tous les autres moyens appropriés pour prévenir ou limiter la pénétration des calibres d'essai spécifiés, soit fixés sur l'enveloppe, soit formés par l'appareillage sous enveloppe, sont considérés comme faisant partie de l'enveloppe, sauf s'ils peuvent être démontés sans l'aide d'une clé ou d'un outil.

c) Une enveloppe peut être:

   – une armoire ou un coffret, monté(e) sur l'appareil de levage, ou séparé(e) de l'appareil de levage;

   – un compartiment, constitué par un espace clos dans la structure de l'appareil de levage (par exemple la poutre principale).

3.28
équipement
matériel, accessoires, dispositifs, composants, appareils, fixations, instruments et autres utilisés comme une partie d'une installation électrique ou raccordés à l'équipement électrique des appareils de levage

3.29
liaison équipotentielle
mise en œuvre de liaisons électriques entre parties conductrices pour réaliser l'équipotentialité

[VEI 195-1-10]

3.30
masse (partie conductrice accessible)
partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée et qui n'est pas normalement sous tension mais qui peut le devenir en cas de défaut

[VEI 826-12-10, modifiée]

3.31
élément conducteur étranger
partie conductrice ne faisant pas partie de l'installation électrique et susceptible d'introduire un potentiel, généralement celui d'une terre locale

[VEI 826-12-11]

3.32
défaillance
cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise

NOTE 1 Après défaillance d'une entité, cette entité est en état de panne.

NOTE 2 Une défaillance est un passage d'un état à un autre, par opposition à une panne, qui est un état.

NOTE 3 La notion de défaillance, telle qu'elle est définie, ne s'applique pas à une entité constituée seulement de logiciel.

[VEI 191-04-01, modifié]

NOTE 4 En pratique, les termes «défaut» et «défaillance» sont souvent utilisés comme synonymes.

3.33
défaut
état d'une entité inapte à accomplir une fonction requise, à l'exclusion de son inaptitude due à la maintenance préventive ou à d'autres actions programmées, ou due à un manque de moyens extérieurs

NOTE 1 Un défaut est souvent la conséquence d'une défaillance de l'entité elle-même, mais il peut exister sans défaillance préalable.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE 2 En anglais, le terme «fault» et sa définition sont identiques à ceux donnés dans le VEI 191-05-01. Dans le domaine des machines, en français et en allemand, on utilise les termes «défaut» et «Fehler» de préférence aux termes «panne» et «Fehlzustand» qui sont donnés avec la même définition.

3.34
liaison fonctionnelle
liaison équipotentielle nécessaire au fonctionnement correct de l'équipement électrique

3.35
protecteur
élément d'un appareil de levage spécifiquement utilisé pour assurer une protection par une barrière physique. Suivant sa construction, un protecteur peut être appelé boîtier, couvercle, écran, porte, enceinte, etc.

[ISO 12100-1, 3,25, modifié]

3.36
dispositif portable à commande directe
appareil de connexion à commande manuelle dont l'enveloppe est portable à la main pendant le fonctionnement, agissant directement sur le circuit de puissance de l'appareil de levage

3.37
phénomène dangereux (risque)
source potentielle de blessures physiques ou d'atteinte à la santé

NOTE 1 L'expression « phénomène dangereux » et le terme « risque » (au sens de « phénomène dangereux ») peuvent être qualifiés de manière à faire apparaître l'origine (par exemple, phénomène dangereux mécanique, phénomène dangereux électrique) ou la nature du dommage potentiel (par exemple: risque de choc électrique, risque de coupure, risque d'intoxication, risque d'incendie).

NOTE 2 Le phénomène dangereux envisagé dans cette définition:

– ou bien est présent en permanence pendant l'utilisation normale de la machine (par exemple, déplacement d'éléments mobiles dangereux, arc électrique pendant une phase de soudage, mauvaise posture, émission de bruit, température élevée);

– ou bien peut apparaître de manière inattendue (par exemple: explosion, risque d'écrasement résultant d'une mise en marche intempestive / inattendue, projection résultant d'une rupture, chute résultant d'une accélération ou d'une décélération).

[ISO 12100-1, 3,6, modifié]

3.38
contact indirect
contact électrique de personnes ou d'animaux avec des parties conductrices accessibles mises sous tension à la suite d'un défaut d'isolement

[VEI 826-12-04]

3.39
système d'alimentation par induction
système de transfert de puissance par induction comportant un dispositif convertisseur et un dispositif conducteur, le long desquels un ou plusieurs détecteur(s) ou convertisseur(s) détecteur(s) peuvent se déplacer, sans aucun contact galvanique ou mécanique, afin de transférer l'énergie électrique par exemple à un appareil de levage mobile

NOTE Le dispositif conducteur et le détecteur sont analogues respectivement à un primaire et un secondaire d'un transformateur.

3.40
personne avertie (en électricité)
personne suffisamment informée ou surveillée par des personnes qualifiées en électricité pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

[VEI 826-18-02]

3.41
verrouillage (pour la protection par protecteur)
arrangement qui interconnecte un ou des protecteurs ou appareils avec le système de commande et/ou tout ou partie de la distribution d'énergie électrique à l'appareil de levage

3.42
dispositif limiteur
dispositif qui empêche un appareil de levage ou un de ses éléments de dépasser une limite donnée (par exemple, limite dans l'espace, limite de pression)

[ISO 12100-1, 3.26.8]

3.43
partie active
conducteur ou partie conductrice destiné(e) à être sous tension en service normal, y compris le conducteur de neutre mais par convention, excepté le conducteur PEN, le conducteur PEM ou le conducteur PEL

[VEI 826-12-08]

3.44
actionneur
mécanisme de puissance utilisé pour animer l'appareil de levage

3.45
machine
machine
ensemble de pièces ou d'organes liés entre eux, dont au moins un est mobile, auxquels sont associés, selon les besoins, des actionneurs, des circuits de commande et de puissance, réunis de façon solidaire en vue d'une application définie, notamment pour la transformation, le traitement, le déplacement et le conditionnement d'un matériau.

Le terme «machine» désigne aussi un ensemble de machines qui, afin de concourir à un même résultat, sont disposées et commandées de manière à être solidaires dans leur fonctionnement

[ISO 12100-1, 3.1, modifié]

NOTE Le terme « composant » est employé ici au sens général et il ne fait pas seulement référence aux composants électriques.

3.46
appareil de levage commandé manuellement
appareil de levage avec commande manuelle directe continue de la charge, la charge étant visible en permanence par l'opérateur

3.47
marquage
signes ou inscriptions utilisés en premier lieu pour les besoins d'identification du matériel, des composants et/ou des appareils, lesquels peuvent concerner certaines caractéristiques de ceux-ci

3.48
conducteur (de) neutre
conducteur relié électriquement au point neutre et pouvant contribuer à la distribution de l'énergie électrique

[VEI 826-14-07]

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.49
obstacle de protection (électrique)
élément empêchant un contact direct fortuit mais ne s'opposant pas à une action délibérée

3.50
surintensité
courant électrique supérieur au courant électrique assigné

[VEI 826-11-14]

3.51
surcharge (d'un circuit)
relation temps/courant dans un circuit supérieure à la pleine charge assignée du circuit lorsque ce dernier n'est pas en défaut

NOTE 1 Il convient de ne pas utiliser le terme «surcharge» comme un synonyme de «surintensité».

NOTE 2 Pour les appareils de levage, le terme «surcharge» est aussi utilisé pour une surcharge mécanique, laquelle peut entraîner ou non une surcharge électrique.

3.52
ensemble fiche-prise
composant et composant adapté d'accouplement, approprié pour raccorder les conducteurs, destiné à la connexion et à la déconnexion de deux ou plusieurs conducteurs

NOTE Les ensembles fiche-prise comprennent par exemple

– les prises mobiles qui satisfont aux exigences de la CEI 61984;
– une prise de courant, un prolongateur ou un connecteur conformes à la CEI 60309-1;
– une prise de courant conforme à la CEI 60884-1, ou un connecteur conforme à la CEI 60320-1.

3.53
circuit de puissance
circuit qui transmet l'énergie du réseau aux éléments d'équipement utilisés directement pour le travail effectué par la machine et aux transformateurs alimentant les circuits de commande

3.54
liaison de protection
liaison équipotentielle destinée à la protection contre les chocs électriques

NOTE Les mesures destinées à protéger contre les chocs électriques peuvent aussi réduire le risque de brûlure ou d'incendie.

3.55
circuit de protection
ensemble des conducteurs de protection et des parties conductrices raccordés ensemble afin d'assurer la protection contre les chocs électriques en cas de défaut d'isolement

3.56
conducteur de protection
conducteur prescrit pour la liaison de protection dans certaines mesures de protection contre les chocs électriques et destiné à relier électriquement certaines des parties suivantes:

– masses;
– éléments conducteurs étrangers;
– borne principale de terre (PE)

[VEI 826-13-22, modifiée]

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.57
redondance
utilisation de plusieurs dispositifs ou systèmes, ou d'éléments d'un dispositif ou système, visant à garantir que si l'un d'eux est défaillant dans l'exécution de sa fonction, un autre est disponible pour exécuter ladite fonction

3.58
désignation de référence
code distinct servant à identifier un élément dans la documentation et sur le matériel

3.59
risque
combinaison de la probabilité d'un dommage (c'est-à-dire blessures physiques ou atteinte à la santé) et de la gravité de ce dommage

[ISO 12100-1, 3,11, modifié]

3.60
protecteur de sécurité
protecteur ou dispositif de protection utilisé comme mesure de sécurité pour protéger les personnes contre un danger

3.61
protection
mesures de prévention faisant appel à des moyens de protection pour préserver les personnes des phénomènes dangereux qui ne peuvent raisonnablement être éliminés, ou des risques qui ne peuvent être suffisamment réduits, par l'application de mesures de prévention intrinsèque

[ISO 12100-1, 3.20]

3.62
fonction de commande relative à la sécurité (circuit de commande relatif à la sécurité)
fonction de commande (circuit de commande) d'un appareil de levage, qui est destiné(e) à maintenir la condition de sécurité de l'appareil ou à empêcher une augmentation immédiate du (des) risque(s)

3.63
plancher de service
niveau sur lequel se trouvent les personnes intervenant pour l'entretien de l'équipement électrique

3.64
courant de court-circuit
surintensité résultant d'un court-circuit dû à un défaut ou à un branchement incorrect dans un circuit électrique

[VEI 441-11-07]

3.65
personne qualifiée (en électricité)
personne ayant la formation, l'éducation et l'expérience appropriées pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

[VEI 826-18-01]

3.66
fournisseur
entité (par exemple fabricant, maître d'œuvre, installateur, intégrateur) qui fournit l'appareillage ou les services associés à l'appareil de levage

NOTE L'organisme utilisateur peut aussi agir en tant que son propre fournisseur.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.67
appareil de connexion
appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques

[VEI 441-14-01]

NOTE Un appareil de connexion peut réaliser une ou plusieurs de ces actions.

3.68
borne
partie d'un appareil à laquelle un conducteur est fixé pour réaliser une connexion réutilisable

[VEI 442-06-05, modifiée]

3.69
arrêt non contrôlé
arrêt du mouvement d'un appareil de levage par suppression de la puissance électrique aux actionneurs

NOTE Cette définition ne nécessite pas que les autres dispositifs d'arrêt (par exemple, non électriques) soient dans un état particulier, par exemple les freins mécaniques ou hydrauliques, qui n'entrent pas dans le domaine d'application de la présente norme.

3.70
utilisateur
entité qui utilise l'appareil de levage et son équipement électrique associé

4 Exigences générales

4.1 Considérations générales

La présente norme est destinée à être appliquée aux équipements électriques utilisés avec une grande variété d'appareils de levage et avec un groupe d'appareils de levage travaillant ensemble de façon coordonnée.

Les risques associés aux dangers relatifs à l'équipement électrique doivent être estimés comme un élément des exigences globales pour l'évaluation du risque de l'appareil de levage. Cela permettra de fixer le niveau acceptable de risque et les mesures de protection nécessaires pour les personnes potentiellement exposées à ces dangers, tout en conservant des performances acceptables à l'appareil de levage et à ses équipements.

Les situations dangereuses peuvent être dues, de façon non limitative, à

– des défaillances ou des défauts de l'équipement électrique conduisant à la possibilité de choc électrique ou de feu d'origine électrique;
– des défaillances ou des défauts dans les circuits de commande (ou les composants ou dispositifs associés à ces circuits) conduisant à un dysfonctionnement de l'appareil de levage;
– des variations ou interruptions dans les sources d'alimentation ainsi que les défaillances ou des défauts des circuits de puissance conduisant à un dysfonctionnement de l'appareil de levage;
– une perte de continuité des circuits liés à des contacts glissants ou rotatifs, conduisant à une défaillance d'une fonction de sécurité;
– des perturbations électriques, par exemple des perturbations électromagnétiques, électrostatiques, générées de façon soit interne soit externe à l'équipement électrique, conduisant à un dysfonctionnement de l'appareil de levage;
– une libération d'énergie accumulée (électrique ou mécanique) conduisant à, par exemple, un choc électrique, un mouvement inattendu, pouvant provoquer une blessure;
– des températures de surfaces pouvant provoquer des blessures.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Selon la hiérarchie des mesures de protection décrites dans l'ISO 12100-1 et dans l'ISO 12100-2, la réduction du risque exigée est réalisée par les mesures mises en place par le fournisseur au stade de la conception et les mesures complémentaires mises en place par l'utilisateur.

Le processus de conception et de développement doit identifier les dangers et les risques résultant de ceux-ci. Pour ceux des dangers ne pouvant être éliminés et/ou pour ceux des risques ne pouvant être suffisamment réduits par l'application de mesures de prévention intrinsèque, d'autres mesures de protection (par exemple la protection par protecteur) doivent être fournies pour réduire le risque. Des moyens supplémentaires (par exemple des moyens tels que des feux clignotants, des notices ou des signaux d'avertissement pour élever la prise de conscience des risques) doivent être fournis si une réduction du risque supplémentaire est nécessaire. De plus, des procédures de travail réduisant le risque peuvent être nécessaires.

L'utilisation du questionnaire présenté dans l'Annexe B de la présente norme est recommandée pour faciliter un accord entre l'utilisateur et le ou les fournisseurs sur les conditions de base et sur des spécifications complémentaires de l'utilisateur relatives à l'équipement électrique. Ces spécifications complémentaires visent à

– fournir les caractéristiques supplémentaires qui dépendent du type d'appareil de levage (ou groupe d'appareils de levage) et de l'application;
– faciliter la maintenance et la réparation;
– améliorer la fiabilité et la facilité de fonctionnement.

NOTE L'utilisation de l'Annexe B peut également être utile pour déterminer si un appareil de levage catalogué est adapté à l'utilisation prévue.

4.2 Choix des matériels

4.2.1 Généralités

Les composants et appareils électriques doivent convenir à l'usage auquel ils sont destinés et doivent être conformes aux normes correspondantes de la CEI.

4.2.2 Choix des contacteurs de puissance

Les contacteurs et leurs dispositifs de protection associés contre les courts-circuits doivent être du type «2», selon la CEI 60947-4-1, 8.2.5.1.

Les contacteurs qui réalisent la fonction d'arrêt d'entraînements initiés par des circuits de commande relatifs à la sécurité doivent être choisis et combinés avec d'autres appareils, de manière que soit aucun soudage de contact ne se produise, soit la fonction d'arrêt d'urgence ne soit pas perturbée. Il est recommandé de suivre les recommandations du fournisseur (voir aussi 7.2.9).

NOTE Il convient que les contacteurs commandant directement des mouvements et devant fonctionner un grand nombre de fois aient au moins 3 millions de cycles de fonctionnement mécanique.

4.2.3 Equipement électrique en conformité avec la série CEI 60439

L'équipement électrique de l'appareil de levage doit satisfaire aux exigences de sécurité identifiées par l'appréciation du risque de l'appareil de levage. Selon l'appareil de levage, l'usage auquel il est destiné et son équipement électrique, le concepteur peut choisir des parties de l'équipement électrique de l'appareil de levage qui sont conformes à la CEI 60439-1 et, si nécessaire, avec d'autres parties appropriées de la série CEI 60439.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

4.3 Alimentation électrique

4.3.1 Généralités

L'équipement électrique doit être prévu pour fonctionner convenablement dans les conditions d'alimentation à l'origine de l'installation (par exemple, l'interrupteur d'alimentation de la grue, voir la Figure 3), comme cela est spécifié

– en 4.3.2 ou en 4.3.3;
– par l'utilisateur (voir Annexe B);
– par le fournisseur, dans le cas d'une source particulière telle que le générateur embarqué traité en 4.3.4.

4.3.2 Alimentations en courant alternatif

Tension — Tension permanente: 0,9... 1,1 de la tension nominale

NOTE Pour certaines applications (par exemple, grands transconteneurs) et après accord avec l'utilisateur, le domaine de tension peut être réduit à 0,95... 1,05 fois la tension nominale au point d'alimentation (par exemple, à l'interrupteur d'alimentation de grue; voir Figure 3).

Fréquence — 0,99... 1,01 de la valeur nominale de façon continue
0,98... 1,02 sur une courte période

NOTE La valeur d'une courte période peut être spécifiée par l'utilisateur (voir Annexe B).

Harmoniques — Distorsion harmonique inférieure ou égale à 10 % de la tension efficace totale entre conducteurs actifs (somme des harmoniques de rang 2 à 5). Une distorsion harmonique additionnelle de 2 % de la tension efficace totale entre conducteurs actifs (somme des harmoniques de rang 6 à 30) est autorisée.

Déséquilibre de tension — Ni la tension de la composante inverse, ni la tension de la composante homopolaire d'alimentation triphasée ne doivent être supérieures à 2 % de la tension de la composante directe.

Coupure de tension — L'alimentation ne doit pas être interrompue ou la tension ne doit pas tomber à zéro pendant plus de 3 ms à n'importe quel instant d'une période d'alimentation. Entre deux interruptions successives, il doit s'écouler au moins 1 s.

NOTE 1 Pour des convertisseurs à semi-conducteurs de mouvement avec boucle de retour, des coupures de tension inférieures ou égales à 3 ms peuvent entraîner des conductions et la fusion de fusibles.

NOTE 2 L'interrupteur de grue peut fonctionner très fréquemment. Il est nécessaire de choisir tous les composants (par exemple, circuits de charge) pour permettre de prévoir la fréquence de commutation, y compris l'utilisation dans la phase de mise en service.

Creux de tension — Les creux de tension ne doivent pas dépasser 20 % de la tension crête de l'alimentation sur plus d'une période. Entre deux creux successifs, il doit s'écouler plus de 1 s.

4.3.3 Alimentations en courant continu

Par piles ou batteries:

Tension — 0,85... 1,15 de la tension nominale
0,7... 1,2 de la tension nominale dans le cas de véhicules électriques

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Coupure de tension	inférieure ou égale à 5 ms

Par convertisseur:

Tension	0,9... 1,1 de la tension nominale
Coupure de tension	N'excédant pas 20 ms. Il doit s'écouler plus de 1 s entre les interruptions successives.
Ondulation (crête à crête)	N'excédant pas 0,15 fois la tension nominale.

NOTE Cela diffère du Guide 106 de la CEI, afin de garantir un fonctionnement correct de l'équipement électronique.

4.3.4 Source de puissance embarquée

Pour des alimentations spécifiques telles que les générateurs embarqués, les limites données en 4.3.2 et en 4.3.3 peuvent être dépassées si l'équipement est conçu pour fonctionner correctement dans ces conditions.

Pour des réseaux d'alimentation alternatifs, des moyens doivent être prévus pour couper automatiquement l'alimentation si

– la tension d'alimentation n'est pas dans le domaine 0,85... 1,1 de la tension nominale;
– la fréquence n'est pas dans le domaine 0,95... 1,05 de la fréquence nominale.

4.4 Environnement physique et conditions de fonctionnement

4.4.1 Généralités

L'appareillage électrique doit convenir à l'utilisation dans l'environnement physique et les conditions de fonctionnement de l'usage auquel il est destiné. Les exigences de 4.4.2 à 4.4.8 couvrent l'environnement physique et les conditions de fonctionnement de la plupart des appareils de levage. Lorsque des conditions particulières s'appliquent ou lorsque les limites spécifiées sont dépassées, un accord est recommandé (voir Annexe B) entre l'utilisateur et le fournisseur (voir 4.1).

4.4.2 Compatibilité électromagnétique (CEM)

L'équipement ne doit pas engendrer de perturbations électromagnétiques de niveau supérieur à celui approprié à son environnement de fonctionnement prévu. De plus, l'équipement doit présenter un niveau d'immunité aux perturbations électromagnétiques, de manière qu'il puisse fonctionner dans l'environnement prévu.

NOTE 1 Les normes génériques de CEM telles que la CEI 61000-6-1 ou la CEI 61000-6-2 et la CISPR 61000-6-3 ou la CEI 61000-6-4 donnent les limites générales d'émission et d'immunité CEM.

NOTE 2 La CEI/TR 61000-5-2 donne les lignes directrices pour le câblage et la mise à la terre des systèmes électriques et électroniques en vue d'assurer la compatibilité électromagnétique (CEM). Si des normes de produits spécifiques existent (par exemple la CEI 61496-1, la CEI 61800-3 et la CEI 60947-5-2), elles prennent l'avantage sur les normes génériques.

Les mesures pour réduire la génération de perturbations électromagnétiques, par exemple les émissions conduites et rayonnées, comprennent

– le filtrage principal;
– le blindage de câble;
– les enveloppes conçues pour réduire la transmission de radiofréquences;
– les techniques de suppression des radiofréquences.

Les mesures pour accroître l'immunité de l'équipement contre les perturbations conduites et les champs électromagnétiques générés aux fréquences radioélectriques comprennent

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– la conception d'un système de liaison fonctionnelle prenant en compte ce qui suit:
  – le raccordement des circuits électriques sensibles au châssis. Il convient que de telles terminaisons soient marquées ou étiquetées par le symbole CEI 60417-5020 (2002-10):

  – le raccordement du châssis à la terre (PE) par un conducteur de faible impédance devant les radiofréquences et de longueur aussi faible que possible;
– le raccordement direct des circuits ou des équipements électriques sensibles au conducteur de protection (PE) ou à un conducteur de mise à la terre fonctionnelle (FE) (voir Figure 4), afin de réduire les interférences de mode commun. Il convient que cette dernière borne soit marquée ou étiquetée par le symbole CEI 60417-5018 (2002-10):

– la séparation des circuits sensibles des sources de perturbations;
– la conception des enveloppes en vue de réduire la transmission des radiofréquences;
– les pratiques de câblage de CEM:
  – l'usage de fils torsadés afin de réduire l'effet des perturbations de mode différentiel;
  – la conservation d'une distance suffisante entre les conducteurs émettant des perturbations et les conducteurs des circuits sensibles;
  – l'usage de l'orientation des câbles lorsque des câbles se croisent à un angle aussi proche que possible de 90°;
  – la disposition des conducteurs autant que possible parallèlement au plan de masse;
  – l'usage d'écrans électrostatiques et/ou de blindages électromagnétiques avec des terminaisons à faible impédance devant les radiofréquences.

4.4.3 Température ambiante de l'air

L'équipement électrique doit pouvoir fonctionner correctement à la température de l'air ambiant prévue. L'exigence minimale pour tous les équipements électriques est un fonctionnement correct pour une température de l'air comprise entre 0 °C et +40 °C. Pour des environnements à température très élevée (par exemple les climats chauds, les aciéries, les papeteries) et pour des environnements froids, des mesures complémentaires sont recommandées (voir Annexe B).

4.4.4 Humidité

L'équipement électrique doit pouvoir fonctionner correctement en présence d'une humidité relative ne dépassant pas 50 % à une température maximale de +40 °C. Une humidité relative supérieure est admise pour des températures plus faibles (par exemple 90 % à 20 °C).

Les effets gênants d'une condensation occasionnelle doivent être évités par une conception appropriée du matériel et/ou, si nécessaire, par des mesures complémentaires (par exemple chauffage ou conditionnement de l'air incorporé, trous d'évacuation).

4.4.5 Altitude

Les équipements électriques doivent pouvoir fonctionner correctement jusqu'à une altitude de 1 000 m au-dessus du niveau moyen de la mer.

4.4.6 Agents de pollution

L'équipement électrique doit être protégé contre les entrées de solides ou de liquides (voir 11.3).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

L'équipement électrique doit être convenablement protégé contre les polluants (par exemple les poussières, les acides, les gaz corrosifs, les sels) pouvant être présents dans l'environnement dans lequel il faut installer l'équipement électrique (voir Annexe B).

4.4.7 Rayonnements ionisants et non ionisants

Dans le cas où l'équipement est soumis à des rayonnements, par exemple micro-ondes, UV, laser, rayons X), des mesures complémentaires doivent être prises pour éviter les mauvais fonctionnements ou la détérioration des isolants. Un accord particulier entre le fournisseur et l'utilisateur est recommandé (voir Annexe B).

4.4.8 Vibrations, chocs et coups

Les effets indésirables des vibrations, chocs et coups (aussi bien générés par l'appareil de levage et son appareillage associé que créés par l'environnement physique) doivent être évités par le choix d'un équipement approprié, par son montage loin des sources de vibration, ou par la mise en place d'accessoires de montage anti-vibratoires. Un accord particulier entre le fournisseur et l'utilisateur est recommandé (voir Annexe B).

4.5 Transport et stockage

L'équipement électrique doit pouvoir, par conception ou grâce à des précautions adéquates, supporter des températures de transport et de stockage comprises entre –25 °C et +55 °C, pouvant atteindre +70 °C durant des périodes inférieures ou égales à 24 h. Des moyens convenables doivent être prévus pour se protéger des dégâts dus à l'humidité, aux vibrations et aux chocs. Un accord particulier entre le fournisseur et l'utilisateur peut être nécessaire (voir l'Annexe B).

NOTE L'équipement électrique susceptible d'être endommagé pour des températures basses comporte des câbles isolés au PVC.

4.6 Précautions pour la manutention

Les équipements électriques lourds et massifs devant être désolidarisés de l'appareil de levage pour le transport, ou indépendants de celui-ci, doivent être munis de moyens convenables pour la manutention par grue ou équipement similaire (voir aussi 13.4.6).

4.7 Installation

L'équipement électrique doit être installé conformément aux instructions du fournisseur de l'équipement électrique.

5 Bornes des conducteurs d'alimentation et appareils de coupure et de sectionnement

5.1 Bornes des conducteurs d'alimentation

Il est recommandé, lorsque cela est possible, que l'équipement électrique d'un appareil de levage soit raccordé à une source d'alimentation unique. S'il est nécessaire d'utiliser une autre source d'alimentation pour certaines parties de l'équipement (par exemple, circuits électroniques, embrayages électromagnétiques), il convient que cette alimentation soit autant que possible dérivée d'appareils (tels que les transformateurs, convertisseurs, etc.) faisant partie de l'équipement électrique de l'appareil de levage. Pour des appareils de levage complexes, il peut exister plusieurs alimentations (voir 5.3.5.1).

A l'exception des cas où l'appareil de levage est équipé d'une prise de courant pour le raccordement à l'alimentation (voir 5.3.2 e)), il est recommandé que les conducteurs de l'alimentation se terminent à l'interrupteur d'alimentation de grue. Si cela n'est pas possible, des bornes séparées doivent être prévues.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Si un conducteur neutre est utilisé, cela doit être clairement indiqué dans le dossier technique de l'appareil de levage, par exemple dans le schéma d'installation et le schéma des circuits, et une borne isolée particulière, marquée N, doit être prévue pour le raccordement du conducteur neutre (voir aussi Annexe B).

Il ne doit pas y avoir raccordement entre le conducteur neutre et le circuit de protection à l'intérieur de l'équipement électrique, ni usage de conducteur combiné PEN.

Exceptions: Un raccordement peut être effectué entre la borne de neutre et la borne PE au point de raccordement de l'alimentation (voir Figure 3) de l'appareil de levage pour les schémas TN-C, à condition qu'ils soient conformes à 12.7.2.

Toutes les bornes pour le raccordement de l'alimentation doivent être clairement identifiées en accord avec la CEI 60445. Pour l'identification de la borne du conducteur de protection externe; voir 5.2.

5.2 Borne pour le raccordement à l'installation de protection externe

Pour chaque source d'alimentation, une borne pour brancher le conducteur de protection externe doit être prévue à proximité des bornes des conducteurs de phase associées (voir 8.2.1) pour le raccordement de l'appareil de levage à l'installation externe de protection ou au conducteur externe de protection, selon le type d'alimentation et conformément aux normes d'installation appropriées.

La borne doit être d'une taille suffisante pour permettre le raccordement d'un conducteur de protection externe en cuivre de section conforme au Tableau 1.

Tableau 1 – Section minimale du conducteur de protection externe en cuivre

Section des conducteurs de phase de l'installation S mm²	Section minimale du conducteur de protection externe en cuivre S_p mm²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Si le conducteur de protection externe n'est pas en cuivre, la taille de la borne doit être choisie en conséquence (voir aussi 8.2.2).

Pour chaque entrée d'alimentation, la borne de raccordement à l'installation de protection externe ou au conducteur de protection externe doit être identifiée par un marquage ou étiquetée avec les lettres PE (voir la CEI 60445).

5.3 Appareils de sectionnement et de connexion

5.3.1 Généralités

Les fonctions de la coupure de l'alimentation et/ou de la connexion sont réalisées par les dispositifs suivants:

– interrupteur d'alimentation de grue (voir 5.3.5);
– sectionneur de grue (voir 5.3.6);
– interrupteur de grue (voir 5.3.7).

(Voir aussi la Figure 3.)

5.3.2 Type

Les appareils de sectionnement et de connexion peuvent être l'un des suivants:

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

a) un interrupteur-sectionneur, avec ou sans fusible, conforme à la CEI 60947-3, de catégorie d'emploi AC-23B ou DC-23B;

b) un sectionneur avec ou sans fusible, conformément à la CEI 60947-3, équipé d'un contact auxiliaire provoquant dans tous les cas la coupure du circuit de charge par le ou les appareils de connexion avant l'ouverture des contacts principaux du sectionneur;

c) un disjoncteur apte au sectionnement, conformément à la CEI 60947-2;

d) tout autre appareil de connexion relevant d'une norme de produit de la CEI relative à cet appareil et qui satisfait aux exigences de sectionnement de la CEI 60947-1 ainsi qu'à la catégorie d'utilisation définie dans la norme de produit appropriée et s'appliquant à la connexion des moteurs en charge ou à d'autres charges inductives;

e) un ensemble fiche/prise pour une alimentation par câble souple.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

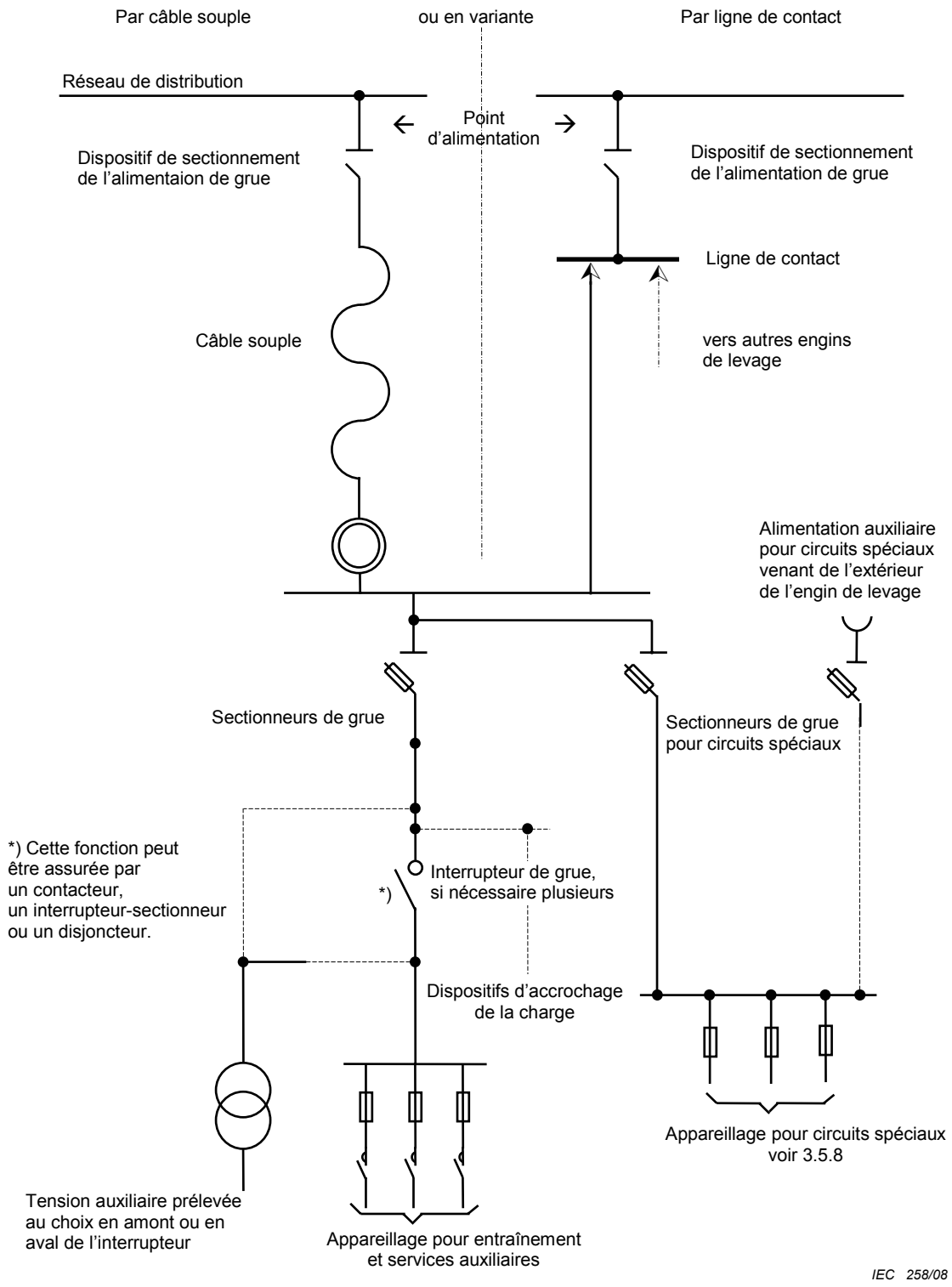


Figure 3 – Exemples de réseaux d'alimentation électrique

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.3.3 Exigences

Lorsque l'appareil de sectionnement et de connexion est l'un des types spécifiés en 5.3.2 a) à d), il doit satisfaire à toutes les exigences suivantes.

– Séparer l'équipement électrique de l'alimentation, et ne posséder qu'une position MISE HORS TENSION et une position MISE SOUS TENSION, clairement repérées par «O» et «I» (symboles CEI 60417-5008 (2002-10) et CEI 60417-5007 (2002-10), voir 10.2.2).
– Comporter une ouverture visible ou un indicateur de position qui ne puisse indiquer la position MISE HORS TENSION que si tous les contacts sont effectivement ouverts et si les exigences pour la fonction de sectionnement ont été satisfaites.
– être équipé d'un organe de manœuvre extérieur (par exemple poignée) (exception: un appareil de connexion manœuvré par une énergie extérieure n'a pas besoin d'être manœuvré à l'extérieur de l'enveloppe s'il existe d'autres moyens pour l'ouvrir). Lorsque le moyen de manœuvre externe n'est pas destiné aux manœuvres d'urgence, il est recommandé qu'il soit coloré en NOIR ou GRIS (voir 10.7.4 et 10.8.4).
– Pouvoir être verrouillé en position MISE HORS TENSION (sectionné) (par exemple à l'aide de cadenas). Lorsqu'il est ainsi verrouillé, une fermeture à distance ou locale doit être empêchée.
– Couper tous les conducteurs actifs de son alimentation. Cependant, dans le schéma TN, le conducteur neutre peut être sectionné ou non, excepté dans les pays où la coupure du conducteur neutre (s'il est utilisé) est obligatoire.
– Avoir un pouvoir de coupure suffisant pour interrompre le courant du moteur le plus puissant lorsqu'il est bloqué avec la somme des courants en marche normale de tous les autres moteurs et/ou charges. Le pouvoir de coupure calculé peut être réduit en utilisant un facteur de simultanéité reconnu.

Lorsque l'appareil de sectionnement de l'alimentation est un ensemble fiche-prise, il doit satisfaire aux exigences suivantes.

– Disposer de la capacité de connexion ou être interverrouillé avec un appareil de connexion dont le pouvoir de coupure est suffisant pour interrompre le courant du moteur le plus puissant lorsque son rotor est bloqué ainsi que la somme des courants en marche normale de tous les autres moteurs et/ou charges. Le pouvoir de coupure calculé peut être réduit en utilisant un facteur de diversité reconnu. Lorsque l'appareil de connexion verrouillé est manœuvré électriquement (par exemple un contacteur), il doit avoir une catégorie d'emploi appropriée.
– Paragraphe 13.4.5.

NOTE Une fiche et le socle de prise de courant approprié, un prolongateur ou un connecteur conformes à la CEI 60309-1 peuvent satisfaire à ces exigences.

Si l'appareil de sectionnement de l'alimentation est un ensemble fiche-prise, il faut mettre en place un appareil de connexion de catégorie d'emploi appropriée pour mettre sous tension ou mettre hors tension la machine. Ceci peut être réalisé par l'emploi de l'appareil de connexion verrouillé décrit ci-dessus.

5.3.4 Organes de manœuvre

Les organes de manœuvre (par exemple, une poignée) de l'appareil de sectionnement et de connexion doivent être faciles à atteindre et situés entre 0,6 m et 1,9 m au-dessus du plancher de service. La valeur préférentielle pour la hauteur maximale est de 1,7 m.

NOTE Le sens de manœuvre est donné dans la CEI 61310-3.

5.3.5 Interrupteur d'alimentation de grue

NOTE Ce paragraphe n'est pas applicable aux appareils de levage avec alimentations embarquées et sans alimentation de remplacement issue de l'extérieur.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.3.5.1 Généralités

Des interrupteurs d'alimentation de grue doivent être prévus pour

– le sectionnement des câbles conducteurs, des barres conductrices ou des câbles auxquels le ou les appareils de levage sont connectés à l'alimentation entrante pour des travaux de réparation et de maintenance (par exemple les câbles conducteurs alimentant l'appareil de levage), et si cela est exigé pour
– l'arrêt d'urgence et/ou la coupure d'urgence (voir 9.2.5.4).

Si plus d'une alimentation est utilisée, un interrupteur d'alimentation de grue doit être prévu pour chaque alimentation avec des dispositifs d'interverrouillage pour assurer un fonctionnement correct.

Pour les interrupteurs d'alimentation de grues, les exigences de 5.6 doivent s'appliquer, si approprié.

5.3.5.2 Type

L'interrupteur d'alimentation de grue doit être de l'un des types spécifiés en 5.3.2.

Dans le cas d'appareils de levage utilisés sur des chantiers, l'équipement de l'armoire de distribution de chantier peut être utilisé pour réaliser la fonction de l'interrupteur d'alimentation de grue. Les exigences de 5.6 doivent être satisfaites par verrouillage sans considérer si le moyen de sectionnement est sous surveillance immédiate.

5.3.5.3 Exigences

Dans le cas d'un appareil de levage unique, le pouvoir de coupure doit être suffisant pour interrompre la somme du courant en condition de blocage du rotor de l'entraînement le plus important et des courants en marche normale des autres entraînements pouvant fonctionner au même moment.

NOTE S'il existe plus d'un appareil de levage alimenté par la même alimentation, selon les conditions de service données, un facteur approprié de simultanéité peut être utilisé.

Si l'interrupteur d'alimentation de grue réalise la fonction d'arrêt d'urgence conformément à 9.2.5.4.3, il doit pouvoir être ouvert (à distance ou directement) à partir d'un emplacement facilement accessible, proche de l'appareil de levage.

La refermeture de l'interrupteur d'alimentation de grue après une coupure d'urgence commandée à distance ne doit être possible qu'après réarmement du ou des appareils de coupure d'urgence.

Si un câble conducteur ou une barre conductrice est alimenté(e) par plusieurs sectionneurs d'alimentation de grue en parallèle sur l'alimentation, ils doivent être pourvus de verrouillages de protection pour assurer leur fonctionnement correct.

Il est recommandé que l'interrupteur d'alimentation de grue ou sa cabine de commande utilisé(e) pour alimenter un câble conducteur nu ou une barre conductrice soit situé(e) de manière que le câble conducteur ou la barre conductrice soit essentiellement visible de l'emplacement de commande.

Il convient que les exigences ci-dessus s'appliquent aussi dans des cas particuliers, par exemple si

– il existe deux alimentations constituées de câbles conducteurs, de barres conductrices ou de systèmes conducteurs, chacune pouvant alimenter les appareils de levage; ou
– un câble conducteur ou une barre conductrice principal(e) est subdivisé(e) en sections isolées.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Dans les cas où ces exigences ne peuvent pas être remplies, la sécurité doit être assurée par d'autres moyens.

5.3.6 Sectionneur de grue

5.3.6.1 Généralités

Un appareil de levage doit être équipé d'un sectionneur de grue qui permet le sectionnement de l'installation pour des raisons d'entretien et de travaux et pour empêcher un démarrage intempestif lors des travaux sur l'appareil de levage, à l'exception des circonstances suivantes.

– Un sectionneur de grue n'est pas exigé s'il n'existe pas de connexions ni de dérivations dans la canalisation entre l'emplacement de ce sectionneur et l'interrupteur de grue spécifié en 5.3.7, si l'interrupteur réalise la fonction de sectionnement de grue et satisfait aux exigences de 5.6.
– Un sectionneur de grue n'est pas exigé pour un appareil de levage simple commandé depuis le sol et si l'interrupteur d'alimentation de grue réalise cette fonction.

NOTE Un appareil de levage commandé depuis le sol est manœuvré par un bouton de commande pendant suspendu, par un boîtier de commande fixe à distance ou un boîtier de commande portable.

– un sectionneur de grue n'est pas nécessaire si la tension peut être mise et maintenue à zéro par d'autres moyens (par exemple par coupure de l'alimentation de gazole d'un générateur diesel, du blocage du starter, etc.).
– Pour les appareils de levage alimentés sous des tensions alternatives supérieures à 1 kV et possédant un ou plusieurs transformateurs embarqués, alimentant un réseau à basse tension, un ou plusieurs sectionneurs de grue peuvent être requis sur les secondaires de chaque transformateur pour isoler des parties à basse tension (voir aussi 5.5). Les circuits associés à chaque sectionneur de grue doivent être clairement identifiés, par exemple par
  – séparation;
  – barrières;
  – marquage et étiquetage.

NOTE Il est recommandé de donner la préférence au sectionnement d'un appareil de levage par un seul sectionneur de grue.

5.3.6.2 Type

Si des dispositions sont prises contre une ouverture par inadvertance ou non autorisée, le sectionneur de grue doit satisfaire au moins aux exigences des sectionneurs données dans la CEI 60947-3. Pour les autres cas, il doit satisfaire aux exigences des interrupteurs-sectionneurs données dans la CEI 60947-3. L'organe de commande du sectionneur de grue doit satisfaire aux exigences de 5.3.4.

Les collecteurs démontables ou les ensembles fiche/prise peuvent être utilisés comme sectionneurs de grue s'ils réalisent la même fonction.

Pour les appareils de levage avec alimentation de remplacement, un interrupteur d'alimentation à deux positions peut être utilisé comme sectionneur de grue s'il possède une position neutre et satisfait aux exigences de 5.3.6.

5.3.6.3 Exigences

Les exigences de 5.4, 5.5 et 5.6 doivent s'appliquer si approprié.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.3.7 Interrupteur de grue

5.3.7.1 Généralités

Chaque appareil de levage doit avoir un ou plusieurs interrupteurs de grue, manœuvrables depuis la cabine de commande pour l'arrêt d'urgence de tous les entraînements de la grue et, si nécessaire, pour la coupure de l'alimentation électrique des autres équipements.

Les dispositifs de retenue de charge ne pouvant continuer cette fonction après coupure de l'alimentation (par exemple aimants, dispositifs pneumatiques de retenue) doivent être alimentés directement en amont de l'interrupteur de grue.

Exceptions: Si la fonction d'arrêt d'urgence est prévue par d'autres moyens, un interrupteur de grue n'est pas exigé dans les cas suivants:

– pour les appareils de levage sur lesquels seul le levage est alimenté;
– pour les appareils de levage suspendus commandés à partir du sol avec rail fixe si le déplacement sur rail est commandé à la main ou par un moteur électrique de puissance assignée inférieure ou égale à 500 W.

5.3.7.2 Type

L'interrupteur de grue doit satisfaire au moins aux exigences des interrupteurs données dans la CEI 60947-3. Cette exigence peut être satisfaite par l'un des types spécifiés en 5.3.2 a) ou c). Des contacteurs choisis conformément à 4.2.2 et utilisés avec des appareils de sectionnement peuvent aussi être utilisés.

5.3.7.3 Exigences

Les exigences de 5.3.3 et 5.3.4 doivent s'appliquer, si approprié.

5.3.8 Circuits spéciaux

Les circuits spéciaux, qui doivent être opérationnels au cours des travaux de réparation et de maintenance, doivent être alimentés en amont du sectionneur de grue, tel que cela est spécifié en 5.3.6 par l'intermédiaire d'un sectionneur dédié (voir Figure 3) devant satisfaire aux exigences de 5.6.

Les circuits spéciaux peuvent inclure, de façon non limitative, les éléments suivants:

– les circuits avec prises de courant et éclairage;
– les circuits d'ascenseurs, d'outils de réparation et de maintenance et de grues de réparation installés dans les appareils de levage;
– les circuits de chauffage, de climatisation et de ventilation;
– les circuits des équipements électriques satisfaisant aux mesures de sécurité, par exemple dispositif anti-collision, éclairage aérien;
– les circuits d'alarmes incendie;
– les circuits de communication, de données ou les dispositifs de stockage de programmes;
– les circuits de protection contre les baisses de tension prévus uniquement pour se déclencher automatiquement lors d'une défaillance de l'alimentation;
– les circuits de commande de verrouillage.

Les circuits spéciaux doivent être conçus et mis en œuvre de façon que leur fonction, lors des travaux de réparation ou de maintenance de l'appareil de levage, ne dépende pas des câbles conducteurs, des barres conductrices ou des assemblages glissants non protégés.

Les circuits spéciaux doivent être identifiables par

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– une ou des inscriptions d'avertissement permanentes conformes à 16.1, placées à proximité du sectionneur de grue;
– une mention correspondante doit être incluse dans le manuel de maintenance et une ou plusieurs des mesures suivantes doivent s'appliquer:
  – une inscription d'avertissement permanente conforme à 16.1 est placée à proximité de chaque circuit spécial; ou
  – le circuit spécial doit être séparé des autres circuits; ou
  – les conducteurs sont identifiés par la couleur, en prenant en compte les recommandations de 13.2.4.

5.4 Appareils de coupure pour éviter un démarrage intempestif

Des appareils de coupure pour éviter un démarrage intempestif doivent être prévus (par exemple quand, au cours des opérations de maintenance, la mise en marche de l'appareil de levage ou d'une partie de ce dernier peut créer un phénomène dangereux). Le sectionneur de grue (voir 5.3.6) satisfait à cette fonction pour l'ensemble de l'appareil de levage. S'il est nécessaire d'intervenir sur des parties individuelles d'un appareil de levage, des appareils de coupure complémentaires doivent être prévus pour chacune des parties nécessitant un sectionnement propre.

De tels appareils doivent être appropriés et convenir à l'usage auquel ils sont destinés, doivent être convenablement situés, et être aisément identifiables par leur fonction et leur rôle.

NOTE 1 La présente norme ne donne pas toutes les dispositions pour empêcher les démarrages intempestifs. Voir l'ISO 14118 (EN 1037).

Des moyens doivent être fournis pour empêcher la fermeture par inadvertance et/ou par erreur de ces appareils, soit à partir du poste de commande, soit à partir d'autres emplacements (voir aussi 5.6).

NOTE 2 L'ISO 14118 fournit des informations complémentaires sur l'emplacement et la manœuvre des dispositifs tels que ceux utilisés pour éviter un démarrage intempestif.

Les appareils suivants qui réalisent la fonction de sectionnement peuvent être fournis pour satisfaire à ce besoin:

– les appareils décrits en 5.3.2;
– les sectionneurs, les fusibles débrochables et les liaisons démontables, uniquement s'ils sont situés dans une zone fermée de service électrique (voir 3.26).

On ne peut employer des appareils ne réalisant pas la fonction de sectionnement (par exemple un contacteur ouvert par un circuit de commande) que s'ils sont destinés à être utilisés dans des situations comprenant:

– les contrôles;
– les réglages;
– les travaux sur l'équipement électrique lorsque
  – il n'y a pas de danger lié aux chocs électriques (voir Article 6) ou aux brûlures;
  – les moyens de coupure restent efficaces pendant les travaux;
  – si le travail est de nature mineure (par exemple remplacement d'appareils embrochables sans perturber le câblage existant).

NOTE 3 Il convient que le choix d'un dispositif tienne compte, par exemple, des informations tirées de l'évaluation du risque, de l'utilisation prévue et du mauvais usage prévisible du dispositif. Par exemple, l'utilisation de sectionneurs, de fusibles débrochables ou de liaisons démontables situés dans des zones fermées de service électrique peut être inadaptée pour un usage par des personnels de nettoyage (voir 17.2b)12)).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.5 Appareils de sectionnement pour l'équipement électrique

Des appareils doivent être fournis pour le sectionnement de l'équipement électrique afin de rendre possibles des interventions lorsqu'il est désalimenté et sectionné. De tels appareils doivent être

– appropriés à leur usage prévu;
– correctement placés;
– aisément identifiables par la (les) partie(s) ou circuit(s) de l'équipement desservi.

Des moyens doivent être fournis pour empêcher la fermeture par inadvertance et/ou par erreur de ces appareils, soit à partir du poste de commande, soit à partir d'autres emplacements (voir aussi 5.6).

Le sectionneur de grue (voir 5.3.6) peut, dans certains cas, remplir cette fonction. Cependant, lorsqu'il est nécessaire d'intervenir sur des parties individuelles de l'équipement électrique d'un appareil de levage, ou sur un appareil de levage parmi plusieurs alimentés par une barre conductrice commune, un câble conducteur ou un système d'alimentation par induction commun, un appareil de sectionnement doit être prévu pour chaque partie, ou pour chaque appareil de levage nécessitant un sectionnement séparé.

En plus du sectionneur de grue, les appareils suivants qui remplissent la fonction de sectionnement peuvent être fournis pour satisfaire à ce besoin:

– les appareils décrits en 5.3.2;
– les sectionneurs, les fusibles débrochables et les liaisons démontables, uniquement s'ils sont situés dans une zone fermée de service électrique (voir 3.22) et si les informations appropriées sont fournies avec l'équipement électrique (voir 17.2b)9) et b)12)).

NOTE Si la protection contre les chocs électriques est assurée conformément à 6.2.2c), les fusibles débrochables ou les liaisons démontables sont destinés à être utilisés par des personnes qualifiées ou averties.

5.6 Protection contre une fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur

Les dispositifs décrits en 5.4 et 5.5 situés à l'extérieur d'une zone fermée de service électrique doivent être équipés de moyens pour les sécuriser en position MISE HORS TENSION (état sectionné), (par exemple par des dispositions permettant la pose d'un cadenas, ou un verrouillage par clé captive. Lorsqu'ils sont ainsi sécurisés, la reconnexion à distance aussi bien qu'en local doit être empêchée.

En cas d'appareil de sectionnement non verrouillable utilisé à l'intérieur d'une zone fermée de service électrique (par exemple des fusibles débrochables, des liaisons démontables), d'autres moyens de protection contre la reconnexion (par exemple des étiquettes d'avertissement conformément à 16.1) peuvent être fournis.

Cependant, lorsqu'un ensemble fiche-prise conforme à 5.3.2 e) est situé de manière à pouvoir être conservé sous la surveillance directe de l'opérateur, la fourniture de moyens de sécurisation à l'état sectionné n'est pas obligatoire.

6 Protection contre les chocs électriques

6.1 Généralités

L'équipement électrique doit assurer la protection des personnes contre les chocs électriques résultant

– de contacts directs (voir 6.2 et 6.4);
– de contacts indirects (voir 6.3 et 6.4).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Les dispositions pour cette protection données en 6.2, 6.3 et, dans le cas de la TBTP, en 6.4, constituent le choix recommandé par la CEI 60364-4-41. Si ces dispositions recommandées ne sont pas applicables, par exemple en raison des conditions physiques ou des conditions de fonctionnement, d'autres dispositions de la CEI 60364-4-41 peuvent être utilisées.

NOTE Dans la CEI 60364-4-41:2005, les termes « protection principale » et « protection en cas de défaut » sont utilisés à la place de « protection contre les contacts directs » et « protection contre les contacts indirects », qui sont utilisés dans la présente norme.

6.2 Protection contre les contacts directs

6.2.1 Généralités

Pour chaque circuit ou parties de l'équipement électrique, les mesures définies soit en 6.2.2 soit en 6.2.3 et, si cela s'applique, en 6.2.4, doivent être appliquées.

Exceptions: Lorsque ces mesures ne sont pas appropriées, d'autres mesures pour la protection contre les contacts directs (par exemple par mise hors de portée, par utilisation de barrières ou d'obstacles, par des techniques de construction ou d'installation empêchant l'accès) telles que décrites dans la CEI 60364-4-41 peuvent être appliquées (voir 6.2.5 et 6.2.6).

Si l'équipement est situé dans des emplacements ouverts à toute personne, y compris des enfants, les dispositions de 6.2.2 avec un degré minimal de protection contre les contacts directs de IP4X ou IPXXD (voir la CEI 60529) ou de 6.2.3 doivent être appliquées.

6.2.2 Protection au moyen d'enveloppes

Les parties actives doivent être placées à l'intérieur d'enveloppes conformes aux exigences correspondantes des Articles 4, 11 et 14 et qui fournissent un degré de protection minimal contre les contacts directs de IP2X ou IPXXB (voir CEI 60529).

Lorsque le dessus de l'enveloppe est facilement accessible, leur degré minimal de protection contre les contacts directs doit être IP4X ou IPXXD.

L'ouverture d'une enveloppe (c'est-à-dire ouverture des portes, couvercles, plaques de fermeture et équivalent) ne doit être possible qu'à une des conditions suivantes.

a) La nécessité d'utiliser une clé ou un outil pour l'accès. Pour les zones fermées de service électrique, voir la CEI 60364-4-41 ou la CEI 60439-1 selon le cas.

   NOTE 1 L'utilisation d'une clé ou d'un outil est destinée à restreindre l'accès aux personnes qualifiées ou averties (voir 17.2 b)12)).

   Toutes les parties actives qui sont susceptibles d'être touchées lorsqu'on réarme ou ajuste des dispositifs prévus pour que ces actions se fassent alors que l'équipement est encore sous tension doivent avoir un degré minimal de protection contre les contacts directs de IP2X ou IPXXB. Les autres parties actives situées à l'intérieur des portes doivent être protégées contre les contacts directs avec un degré minimal de protection de IP1X ou IPXXA.

b) Le sectionnement de toutes les parties actives situées à l'intérieur de l'enveloppe avant que l'enveloppe ne puisse être ouverte.

   Ceci peut être réalisé par l'interverrouillage de la porte avec un appareil de sectionnement (par exemple le sectionneur de grue), de telle façon que la porte ne puisse être ouverte que lorsque l'appareil de sectionnement est ouvert, et que l'appareil de sectionnement ne puisse être fermé que lorsque la porte est fermée.

   Exceptions: Un dispositif ou un outil spécial, correspondant aux exigences du fournisseur, peut permettre de neutraliser le verrouillage, à condition

   – qu'il soit toujours possible d'ouvrir l'appareil de sectionnement alors que le verrouillage est neutralisé et de verrouiller l'appareil de sectionnement en position MISE HORS

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

TENSION ou d'empêcher par un autre moyen la fermeture non autorisée de l'appareil de sectionnement;

– que le verrouillage soit automatiquement remis en service à la fermeture de la porte;

– que toutes les parties actives qui sont susceptibles d'être touchées lorsqu'on réarme ou ajuste les appareils prévus pour de telles opérations alors que l'équipement est encore connecté, soient protégées contre les contacts directs avec un degré minimal de protection de IP2X ou IPXXB, et que les autres parties actives situées à l'intérieur des portes aient un degré minimal de protection contre les contacts directs de IP1X ou IPXXA;

– que les informations appropriées soient fournies avec l'équipement électrique (voir 17.2 b)9) et b)12)).

NOTE 2 L'appareil ou l'outil spécifique est destiné à n'être utilisé que par des personnes qualifiées ou averties (voir 17.2 b)12)).

Des dispositions doivent être fournies pour restreindre l'accès aux personnes qualifiées ou averties des parties actives derrière les portes non directement verrouillées avec des moyens de sectionnement (voir 17.2b)12)).

Toutes les parties qui restent actives après l'ouverture du ou des appareils de sectionnement doivent être protégées avec un degré minimal de protection contre les contacts directs IP2X ou IPXXB (voir CEI 60529). Les parties ainsi protégées doivent porter une signal d'avertissement conforme à 16.2.1 (voir aussi 13.2.4 pour l'identification des conducteurs par la couleur).

Font exception à cette exigence pour le marquage:

– les parties ne pouvant être actives que par une liaison aux circuits de verrouillage et identifiées par la couleur comme potentiellement actives conformément à 13.2.4;

– les bornes d'alimentation de l'interrupteur d'alimentation de grue et du sectionneur de grue, lorsque ces derniers sont montés seuls dans une enveloppe séparée.

c) L'ouverture sans l'utilisation d'une clé ou d'un outil et sans le sectionnement des parties actives ne doit être possible que lorsque toutes les parties actives procurent un degré de protection minimal contre les contacts directs IP2X ou IPXXB (voir CEI 60529). Les barrières de protection assurant cette protection doivent soit nécessiter l'utilisation d'un outil pour leur démontage, soit entraîner automatiquement le sectionnement de toutes les parties actives qu'elles protègent lors de leur suppression.

NOTE 3 Lorsque la protection contre les contacts directs est réalisée conformément à 6.2.2 c) et qu'un danger peut être provoqué par une manœuvre manuelle des appareils (par exemple la fermeture manuelle des contacteurs ou des relais), il convient qu'une telle manœuvre soit empêchée par des barrières de protection ou des obstacles de protection nécessitant un outil pour leur démontage.

6.2.3 Protection par isolation des parties actives

Les parties actives protégées par isolant doivent être complètement recouvertes d'une isolation qui ne peut être enlevée que par destruction. Cette isolation doit présenter une résistance aux efforts mécaniques, chimiques, électriques et thermiques auxquels elle peut être soumise dans les conditions de fonctionnement normal.

NOTE Les peintures, vernis, laques et produits similaires utilisés seuls ne sont en général pas considérés comme pouvant assurer une protection contre les chocs électriques dans les conditions de fonctionnement normal.

6.2.4 Protection contre les tensions résiduelles

Toute charge résiduelle supérieure à 60 V des parties actives doit être déchargée jusqu'à 60 V ou moins, en moins de 5 s après la coupure de l'alimentation, sous réserve que ce taux de décharge ne perturbe pas le bon fonctionnement de l'équipement. Cette exigence ne s'applique pas aux composants de capacité 60 µC, ou moins. Si le taux de décharge spécifié devait perturber le bon fonctionnement de l'équipement, une plaque d'avertissement durable attirant l'attention sur le danger et indiquant le délai à respecter avant d'essayer de pouvoir ouvrir l'enveloppe doit être placée dans un endroit facilement visible ou immédiatement proche de l'enveloppe contenant les capacités.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Dans le cas de fiches ou d'appareils similaires dont le retrait se traduit par l'exposition de parties conductrices (par exemple de broches), le temps de décharge ne doit pas dépasser 1 s; sinon ces parties conductrices doivent comporter une protection minimale contre les contacts directs IP2X ou IPXXB. Si ni un temps de décharge de 1 s, ni un degré minimal de protection de IP2X ou IPXXB ne peut être obtenu (par exemple dans le cas de collecteurs démontables sur les câbles conducteurs, sur les barres conductrices ou sur les assemblages glissants, voir 12.7.4), des appareils de connexion supplémentaires ou un dispositif d'avertissement approprié (par exemple une note d'avertissement conformément à 16.1) doivent être mis en œuvre.

NOTE Cette exigence s'applique par exemple aux condensateurs utilisés pour la correction du facteur de puissance et le filtrage, et aux condensateurs dans le bus c.c. des entraînements à vitesse variable.

6.2.5 Protection par barrières

Pour la protection par barrières, l'Article A.2 de la CEI 60364-4-41 doit s'appliquer.

6.2.6 Protection par mise hors de portée ou protection par mise en place d'obstacles

Pour la protection par mise hors de portée, l'Article B.3 de la CEI 60364-4-41 doit s'appliquer. Pour la protection par obstacles, l'Article B.2 de la CEI 60364-4-41 doit s'appliquer.

Pour les systèmes à câbles conducteurs ou à barres conductrices dont le degré de protection est inférieur à IP2X, voir 12.7.1.

6.3 Protection contre les contacts indirects

6.3.1 Généralités

La protection contre les contacts indirects est destinée à empêcher les situations dangereuses dues à un défaut d'isolement entre les parties actives et les masses.

Pour chaque circuit ou partie de l'équipement électrique, au moins une des mesures définies en 6.3.2 à 6.3.3 doit être appliquée:

– l'apparition de tension de contact (6.3.2); ou
– la coupure automatique de l'alimentation avant que le délai des mesures pour empêcher le contact avec une tension de contact ne puisse devenir dangereux (6.3.3).

NOTE 1 Le risque d'effets physiologiques nocifs liés à une tension de contact dépend de la valeur de la tension de contact et de la durée de l'exposition possible.

NOTE 2 Pour les classes de matériels et les spécifications de protection, voir la CEI 61140.

6.3.2 Prévention contre l'apparition d'une tension de contact

6.3.2.1 Généralités

Les mesures pour empêcher l'apparition d'une tension de contact comprennent les mesures suivantes:

– l'utilisation de matériels de classe II ou d'isolation équivalente;
– la séparation électrique.

6.3.2.2 Protection par l'emploi de matériels de classe II ou par isolation équivalente

Cette mesure est destinée à empêcher l'apparition de tensions de contact sur les parties accessibles en cas de défaut de l'isolation principale.

Cette protection est obtenue par un ou plusieurs des moyens suivants:

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– des matériels ou appareils électriques de classe II (double isolation, isolation renforcée ou équivalente, conformément à la CEI 61140);

– des ensembles d'appareillages possédant une isolation totale conforme à la CEI 60439-1;

– une isolation supplémentaire ou une isolation renforcée selon 412 de la CEI 60364-4-41.

6.3.2.3 Protection par séparation électrique

La séparation électrique d'un circuit individuel est destinée à éviter une tension de contact résultant d'un contact avec des masses pouvant être mises sous tension en cas de défaut de l'isolation principale des parties actives de ce circuit.

Pour ce type de protection, les exigences de 413 et C.3 de la CEI 60364-4-41 s'appliquent.

6.3.3 Protection par coupure automatique de l'alimentation

Cette mesure consiste en la coupure d'un ou plusieurs conducteurs de phase par la manœuvre automatique d'un appareil de protection en cas de défaut. Cette coupure doit se produire dans un délai suffisamment court afin de limiter la durée d'une tension de contact à une valeur telle que la tension de contact ne soit pas dangereuse. Les délais de coupure maximaux admissibles sont donnés en Annexe A.

Cette mesure nécessite une coordination entre

– le type d'alimentation et les mises à la terre;

– les valeurs d'impédance des divers composants du réseau de protection;

– les caractéristiques des dispositifs de protection qui détectent le(s) défaut(s) d'isolement.

La coupure automatique de l'alimentation d'un quelconque circuit touché par un défaut d'isolement est destinée à empêcher une situation dangereuse due à une tension de contact.

Cette mesure de protection comprend à la fois

– la liaison de protection des masses (voir 8.2.3),

– et soit:

  a) des dispositifs de protection contre les surintensités pour la coupure automatique de l'alimentation sur détection d'un défaut d'isolement dans les schémas TN; ou

  b) des dispositifs de protection contre les courants résiduels pour initier la coupure automatique de l'alimentation sur détection d'un défaut d'isolement d'une partie active par rapport aux masses ou par rapport à la terre dans les schémas TT; ou

  c) une surveillance de l'isolement ou des dispositifs de protection contre les courants résiduels pour initier la coupure automatique dans les schémas IT. Excepté lorsqu'un dispositif de protection est fourni pour couper l'alimentation en cas de premier défaut à la terre, il faut fournir un dispositif de surveillance de l'isolement afin d'indiquer l'apparition du premier défaut d'une partie active par rapport aux masses ou à la terre. Ce dispositif de surveillance de l'isolement doit initier un signal sonore et/ou visuel qui doit se poursuivre aussi longtemps que le défaut persiste.

Lorsque la coupure automatique est prévue conformément à a), et que la coupure dans le délai spécifié à l'Article A.1 ne peut être assurée, on doit prévoir une liaison équipotentielle supplémentaire si nécessaire pour satisfaire aux exigences de l'Article A.3.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

6.4 Protection par l'utilisation de la TBTP

6.4.1 Exigences générales

L'utilisation de la TBTP (Très Basse Tension de Protection) a pour but de protéger les personnes contre les chocs électriques en cas de contact indirect et de contact direct limité (voir 8.2.5).

Les circuits TBTP doivent satisfaire aux conditions suivantes.

a) La tension nominale ne doit pas dépasser
   - 25 V valeur efficace en courant alternatif ou 60 V en courant continu lisse si l'équipement est normalement utilisé dans des locaux secs et si de larges zones de parties actives ne sont pas susceptibles d'entrer en contact avec le corps humain; ou
   - 6 V valeur efficace en courant alternatif ou 15 V en courant continu lisse dans tous les autres cas.

   NOTE «Lisse» est défini conventionnellement pour une tension d'ondulation sinusoïdale comme une composante d'ondulation inférieure ou égale à 10 %, valeur efficace.

b) Un côté du circuit ou un point de la source d'alimentation de ce circuit doit être relié au circuit de protection.

c) Les parties actives des circuits TBTP doivent être électriquement séparées des autres circuits actifs. La séparation électrique ne doit pas être inférieure à celle exigée entre le circuit primaire et le circuit secondaire d'un transformateur de sécurité (voir CEI 61558-1 et CEI 61558-2-6).

d) Les conducteurs de chaque circuit TBTP doivent être physiquement séparés des conducteurs des autres circuits. Si cette exigence ne peut être appliquée, les dispositions d'isolement de 13.1.3 doivent s'appliquer.

e) Les prises de courant combinées pour les circuits TBTP doivent satisfaire aux conditions suivantes:
   i) les fiches ne doivent pas pouvoir pénétrer dans les socles des circuits de tensions différentes;
   ii) les socles ne doivent pas admettre des fiches des circuits de tensions différentes.

6.4.2 Sources pour TBTP

La source pour TBTP doit être l'une des suivantes:

- un transformateur de sécurité conforme à la CEI 61558-1 et à la CEI 61558-2-6;
- une source de courant assurant un degré de sécurité équivalent à celui d'un transformateur de sécurité (par exemple moteur-générateur avec enroulement présentant une séparation équivalente);
- une source électrochimique (par exemple une batterie) ou une autre source indépendante de circuits de tension plus élevée (par exemple un groupe moteur thermique-générateur);
- une source d'alimentation électronique conforme aux normes appropriées, spécifiant les mesures à prendre pour s'assurer que, même en cas de défaut interne, la tension aux bornes de sortie ne puisse être supérieure aux valeurs spécifiées en 6.4.1.

7 Protection de l'équipement

7.1 Généralités

Cet article détaille les mesures à prendre pour protéger l'équipement contre les effets

- des surintensités résultant d'un court-circuit;
- des courants de surcharge;
- des températures anormales;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– de la perte ou de la diminution de la tension d'alimentation;
– de la survitesse des moteurs;
– des défauts à la terre;
– d'une séquence de phases erronée;
– des surtensions dues à la foudre ou dues à des manœuvres de coupure.

Si l'un de ces dysfonctionnements entraîne le fonctionnement d'un dispositif de protection et l'arrêt d'un moteur de mouvement, un redémarrage automatique doit être empêché.

NOTE Cette exigence peut être satisfaite, par exemple, au moyen

– d'un sectionneur de grue ne pouvant être refermé que si tous les dispositifs de commande des opérateurs sont en position ouverte;
– de dispositifs de commande d'opérateurs qui reviennent automatiquement en position ouverte.

Si seulement une partie d'un appareil de levage ou un groupe d'appareils de levage coordonnés est concerné(e) par le fonctionnement d'un dispositif de protection, un tel fonctionnement doit initier des réponses de commande appropriées pour assurer la coordination (voir aussi 9.3.4).

7.2 Protection contre les surintensités

7.2.1 Généralités

Une protection contre les surintensités doit être prévue lorsque le courant dans un circuit de l'appareil de levage peut dépasser soit la valeur assignée d'un composant, soit l'intensité admissible des conducteurs, la valeur la plus faible des deux étant retenue. Les caractéristiques assignées ou les réglages à utiliser sont détaillé(e)s en 7.2.10.

7.2.2 Conducteurs d'alimentation

Sauf spécification contraire (voir Annexe B), le fournisseur de l'équipement électrique n'est pas responsable de la fourniture du dispositif de protection contre les surintensités pour les conducteurs d'alimentation de l'équipement électrique.

Le fournisseur de l'équipement électrique doit indiquer sur le plan d'installation les renseignements nécessaires pour sélectionner ce dispositif de protection contre les surintensités (voir 7.2.10 et 17.4).

7.2.3 Circuits de puissance

Des dispositifs de détection et de coupure des surintensités, choisis conformément à 7.2.10, doivent être insérés dans chaque conducteur actif.

Les conducteurs suivants, pour autant qu'applicable, ne doivent pas être coupés sans que tous les conducteurs actifs associés le soient également:

– le conducteur neutre des circuits de puissance en courant alternatif;
– le conducteur mis à la terre des circuits de puissance en courant continu;
– les conducteurs de puissance en courant continu reliés aux masses des machines mobiles.

Si la section du conducteur neutre est au moins égale ou équivalente à celle des conducteurs de phase, il n'est pas nécessaire de prévoir une détection de surintensité et un appareil de sectionnement pour le conducteur neutre. Pour un conducteur neutre ayant une section inférieure à celle des conducteurs de phase associés, les mesures détaillées en 524 de la CEI 60364-5-52 doivent s'appliquer.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Dans les schémas IT, il est recommandé de ne pas utiliser le conducteur neutre. Cependant, si un tel conducteur neutre est utilisé, les dispositions détaillées en 431.2.2 de la CEI 60364-4-43 doivent s'appliquer.

7.2.4 Circuits de commande

Les conducteurs des circuits de commande reliés directement à la tension d'alimentation et les conducteurs de circuits alimentant des transformateurs de circuits de commande doivent être protégés contre les surintensités, conformément à 7.2.3.

Les conducteurs des circuits de commande alimentés par l'intermédiaire d'un transformateur de circuit de commande ou alimentés en courant continu doivent être protégés contre les surintensités (voir aussi 9.4.3.1):

– pour les circuits de commande reliés au circuit de protection, par la mise en place d'un dispositif de protection contre les surintensités sur le conducteur coupé;
– pour les circuits de commande non reliés au circuit de protection;
  – si des conducteurs de section identique sont utilisés dans tous les circuits de commande, par la mise en place d'un dispositif de protection contre les surintensités sur le conducteur coupé, et
  – si des conducteurs de sections différentes sont utilisés dans les différents sous-circuits, par la mise en place d'un dispositif de protection contre les surintensités sur les conducteurs coupés et communs de chaque sous-circuit.

7.2.5 Prises de courant et conducteurs associés

La protection contre les surintensités doit être prescrite pour les circuits alimentant des prises de courant destinées principalement à fournir la puissance aux matériels de maintenance. Des dispositifs de protection contre les surintensités doivent être prévus sur les conducteurs actifs non mis à la terre de chaque circuit alimentant de telles prises de courant.

7.2.6 Circuits d'éclairage

Tous les conducteurs non mis à la terre des circuits alimentant l'éclairage doivent être protégés contre les courts-circuits par des dispositifs de protection contre les surintensités indépendants de ceux protégeant les autres circuits.

7.2.7 Transformateurs

Les transformateurs doivent être protégés contre les surintensités, conformément aux instructions du fabricant. Une telle protection doit (voir aussi 7.2.10)

– éviter le déclenchement intempestif dû aux courants d'appel magnétisants des transformateurs;
– éviter un échauffement des enroulements dépassant la valeur permise pour la classe d'isolement du transformateur lorsqu'il est soumis aux effets d'un court-circuit à ses bornes secondaires.

7.2.8 Emplacement des dispositifs de protection contre les surintensités

Les dispositifs de protection contre les surintensités doivent être situés à l'endroit où une réduction de la section des conducteurs ou une autre modification réduit le courant admissible dans les conducteurs, excepté lorsque toutes les conditions suivantes sont satisfaites.

– Le courant admissible dans les conducteurs est au moins égal à celui de la charge.
– La longueur du conducteur entre le lieu de réduction du courant admissible et la position du dispositif de protection contre les surintensités n'excède pas 3 m.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– Le conducteur est installé de façon à réduire la possibilité de court-circuit, par exemple, s'il est protégé contre les dommages mécaniques par une enveloppe ou une canalisation, ou par d'autres moyens adaptés.

7.2.9 Dispositifs de protection contre les surintensités

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit doit être au moins égal au courant de défaut présumé à ce point de l'installation. Si le courant de court-circuit apparaissant dans le dispositif de protection contre les surintensités inclut des courants autres que ceux de l'alimentation (par exemple de moteurs, de capacités de correction du facteur de puissance), ces courants doivent être pris en compte.

Un pouvoir de coupure inférieur est admis si un autre dispositif de protection (par exemple le dispositif de protection contre les surintensités des conducteurs d'alimentation (voir 7.2.2) ayant le pouvoir de coupure nécessaire est installé du côté de l'alimentation. Dans ce cas, les caractéristiques des deux dispositifs doivent être coordonnées de telle façon que l'énergie traversante (I^2t) des deux dispositifs en série n'excède pas celle qui peut être supportée sans dommage par le dispositif de protection contre les surintensités du côté de la charge et par les conducteurs protégés par ce dispositif (voir Annexe A de la CEI 60947-2).

NOTE L'utilisation de dispositifs de protection contre les surintensités coordonnés comme ci-dessus peut conduire au fonctionnement de ces deux dispositifs.

Si des fusibles sont utilisés en tant que dispositifs de protection contre les surintensités, un type aisément disponible dans le pays d'utilisation doit être choisi, ou des dispositions doivent être prises pour la fourniture de pièces détachées.

7.2.10 Calibrage et réglage des dispositifs de protection contre les surintensités

Le courant assigné des fusibles ou le réglage des autres dispositifs de protection contre les surintensités doit être choisi aussi faible que possible mais être adapté aux surintensités prévues (par exemple, démarrage de moteurs ou mise sous tension de transformateurs). Lors du choix de tels appareils de protection, il faut tenir compte de la protection des appareils de connexion contre les dommages dus aux surintensités (par exemple contre la soudure de leurs contacts).

Le courant assigné ou le réglage d'un dispositif de protection contre les surintensités est déterminé par le courant admissible dans les conducteurs à protéger, conformément à 12.4, l'Article C.2, et le temps de coupure maximal permis *t*, conformément à l'Article C.3, en prenant en compte les besoins de coordination avec les autres appareils électriques dans le circuit protégé.

Dans le cas d'entraînements par plusieurs moteurs, la protection contre les surintensités dans le système d'alimentation peut ne pas pouvoir protéger un seul câble de dérivation en cas de défaillance due à un court-circuit. Des mesures de protection complémentaires ou un dimensionnement des câbles de dérivation par rapport au courant de court-circuit maximal sont exigés.

7.3 Protection des moteurs contre les échauffements anormaux

7.3.1 Généralités

La protection des moteurs contre les échauffements anormaux doit être assurée pour chaque moteur d'une puissance assignée supérieure à 2kW.

Exceptions: Pour des applications où une interruption automatique du fonctionnement du moteur n'est pas acceptable (par exemple les dispositifs de retenue de charge), les moyens de détection doivent délivrer un signal d'avertissement auquel l'opérateur peut répondre.

La protection des moteurs contre les échauffements anormaux peut être réalisée par

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– une protection contre les surcharges (7.3.2);

NOTE 1 Les dispositifs de protection contre les surcharges détectent dans un circuit des relations entre le temps et le courant (I^2t) supérieures à celles de la charge totale assignée du circuit et initient des réponses appropriées de la commande.

– une protection contre les températures excessives (7.3.3); ou

NOTE 2 Les appareils de détection de température captent une température excessive et initient les réponses appropriées de la commande.

– une protection par limitation de courant (7.3.4).

La remise en marche automatique d'un moteur après le fonctionnement d'une protection contre les échauffements anormaux doit être empêchée si cela peut provoquer une situation dangereuse ou un dommage à la machine ou au travail en cours.

7.3.2 Protection contre les surcharges

Lorsque la protection contre les surcharges est utilisée, la détection de la (des) surcharge(s) doit être prévue dans chaque conducteur actif, à l'exception du conducteur neutre. Cependant, si la détection de surcharge d'un moteur n'est pas utilisée pour la protection contre les surcharges de câbles (voir aussi l'Article C.2), le nombre de dispositifs de détection de surcharge peut être réduit sur demande de l'utilisateur (voir aussi l'Annexe B). Pour des moteurs monophasés ou à alimentation à courant continu, la détection sur un seul conducteur actif non relié à la terre est admise.

Si la protection contre les surcharges est réalisée par coupure, l'appareil de connexion doit couper tous les conducteurs actifs. La coupure du conducteur neutre n'est pas nécessaire pour la protection contre les surcharges.

Dans le cas de moteurs avec des caractéristiques spéciales de service appelés à démarrer ou à freiner fréquemment (par exemple les moteurs utilisés pour l'avance ou le retour rapides, le verrouillage, le perçage sensitif, les branchements et les réglages progressifs), il peut être difficile de réaliser une protection contre les surcharges dont la constante de temps s'accorde avec celle de l'enroulement à protéger. Des dispositifs de protection conçus pour des moteurs à usage spécial ou une protection contre les températures excessives (voir 7.3.3) peuvent être nécessaires.

Pour des moteurs que l'on ne peut pas surcharger (par exemple les moteurs couples, les commandes de mouvement qui sont soit protégées par des dispositifs mécaniques de protection contre les surcharges, soit correctement dimensionnées), il n'est pas exigé de protection contre les surcharges.

7.3.3 Protection contre les températures excessives

La fourniture de moteurs avec protection contre les températures excessives (voir la CEI 60034-11) est recommandée dans les cas où le refroidissement peut être altéré. Selon le type de moteur, la protection contre un blocage du rotor ou une perte de phase n'est pas toujours assurée par une protection contre les températures excessives; il convient alors de prévoir une protection complémentaire.

Une protection contre les températures excessives est aussi recommandée dans le cas des moteurs que l'on ne peut pas surcharger (par exemple les moteurs couple, les commandes de mouvement qui sont soit protégées par des dispositifs mécaniques de protection contre les surcharges, soit correctement dimensionnées), lorsque la possibilité de températures excessives existe (par exemple en raison d'un refroidissement plus faible).

NOTE Le refroidissement peut être altéré, par exemple dans des environnements poussiéreux et lorsque des moteurs avec des ventilateurs montés sur arbre sont entraînés à des vitesses faibles.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

7.3.4 Protection par limitation de courant

Dans le cas des moteurs triphasés dont la protection contre les échauffements anormaux est assurée par limitation de courant, le nombre de dispositifs de limitation de courant peut être réduit de 3 à 2 (voir 7.3.2). Pour les moteurs monophasés alimentés en courant alternatif ou les moteurs alimentés en courant continu, la limitation de courant dans un seul conducteur actif non relié à la terre est admise.

7.4 Protection contre les températures anormales

Le chauffage par résistance ou les autres circuits qui peuvent atteindre ou entraîner des températures anormales (par exemple en raison d'un calibrage pour un fonctionnement court ou de perte de liquide de refroidissement) et donc engendrer des situations dangereuses doivent être munis d'un dispositif de détection adapté pour provoquer une réponse appropriée de la commande.

7.5 Protection contre l'interruption ou la baisse de la tension d'alimentation et son rétablissement ultérieur

Lorsqu'une interruption d'alimentation ou une chute de tension peut entraîner une condition dangereuse, comme par exemple des dommages à l'appareil de levage ou aux charges, une protection contre les baisses de tension doit être prévue (par exemple, par mise hors tension de l'appareil de levage et/ou actionnement de freins mécaniques) à un niveau prédéterminé de tension.

NOTE Selon l'appréciation du risque, une protection contre les baisses de tension peut être omise pour des appareils de levage commandés manuellement.

Si le fonctionnement de l'appareil de levage permet une interruption ou une réduction de la tension pendant une période de temps courte, une protection temporisée contre les baisses de tension peut être prévue. Le fonctionnement du dispositif de protection contre les baisses de tension ne doit pas compromettre le fonctionnement d'une commande d'arrêt de l'appareil de levage.

Lors du rétablissement de la tension ou de la fermeture de l'interrupteur d'alimentation, le redémarrage automatique ou intempestif de l'appareil de levage doit être empêché si ce redémarrage peut entraîner une situation dangereuse.

Dans le cas d'une réduction de tension ou d'une interruption d'alimentation affectant seulement une partie de l'appareil de levage, ou du groupe d'appareils de levage fonctionnant ensemble de manière coordonnée, la protection contre les baisses de tension doit initier les réponses appropriées des commandes pour assurer la coordination.

7.6 Protection contre la survitesse des moteurs

Une protection contre la survitesse doit être prévue dans le cas où une survitesse peut se produire et pourrait provoquer une situation dangereuse, en tenant compte des mesures selon 9.2.5.5 et 9.3.2. La protection contre la survitesse doit initier les réactions appropriées de la commande et interdire un redémarrage automatique.

Il convient que la protection contre la survitesse nécessite un fonctionnement tel que la limite de vitesse mécanique du moteur ou de sa charge ne puisse être dépassée.

NOTE 1 Cette protection peut consister, par exemple, en un dispositif centrifuge, un limiteur de vitesse, ou un détecteur de vitesse intégré au système d'entraînement.

NOTE 2 Des vitesses élevées inacceptables peuvent apparaître, par exemple dans des entraînements d'appareils de levage à courant continu ou avec des entraînements à vitesse variable.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

7.7 Protection contre les défauts à la terre et les courants résiduels

En complément à la protection contre les surintensités pour la coupure automatique telle que décrite en 6.3, la protection contre les défauts à la terre et les courants résiduels peut aussi être prévue pour réduire les dommages à l'équipement dus à des courants de défaut à la terre inférieurs au niveau de détection de la protection contre les surintensités.

Le réglage des dispositifs de protection doit être aussi bas que possible en cohérence avec un fonctionnement correct de l'équipement.

7.8 Protection de l'ordre des phases

Si un ordre erroné des phases de l'alimentation peut entraîner une condition dangereuse ou des dommages à l'appareil de levage, une protection de séquence de phases doit être prévue.

NOTE Les conditions d'utilisation pouvant mener à un ordre de phases erroné comprennent

– un appareil de levage transféré d'une source à une autre;
– une grue mobile équipée pour le raccordement à une alimentation externe.

Un appareil de levage avec des dispositifs de connexion pour une alimentation auxiliaire électrique (par exemple pour des réparations) ou une source alternative (en cas de secours) doit avoir un dispositif de protection à séquence de phase pour assurer une rotation correcte du moteur.

7.9 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique et les surtensions de manœuvre

Des dispositifs de protection peuvent être prévus pour la protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou de manœuvre.

Si c'est le cas,

– les dispositifs de limitation des surtensions d'origine atmosphériques doivent être connectés aux bornes d'alimentation de l'interrupteur d'alimentation de grue et/ou du sectionneur de grue.
– les dispositifs de limitation des surtensions de manœuvre doivent être connectés entre les bornes de tout équipement nécessitant une telle protection.

Lorsque l'appréciation des risques l'exige, les grues pour l'extérieur doivent être munies d'un système de protection contre la foudre comprenant

a) des systèmes de capture

   Une capture séparée peut ne pas être nécessaire si la structure de la grue réalise cette fonction.

b) des systèmes de conducteurs de descente

   La structure de l'appareil de levage, avec tous les gonds et autres jonctions mobiles dérivés par un conducteur de terre, peut être utilisée comme un conducteur de descente.

c) des systèmes de raccordement à la terre

   Le raccordement à la terre peut inclure des collecteurs de terre et des rails de grue.

NOTE 1 Des lignes directrices pour l'appréciation des risques et pour les systèmes de protection contre la foudre sont données dans la série CEI 62305.

NOTE 2 Il peut y avoir des exigences nationales relatives à la protection contre la foudre.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8 Liaison équipotentielle

8.1 Généralités

Cet article fournit les exigences relatives aux liaisons de protection et aux liaisons fonctionnelles. La Figure 4 illustre ces concepts.

La liaison de protection est une disposition de base pour la protection en cas de défaut afin d'assurer la protection des personnes contre les chocs électriques par contact indirect (voir 6.3.3 et 8.2).

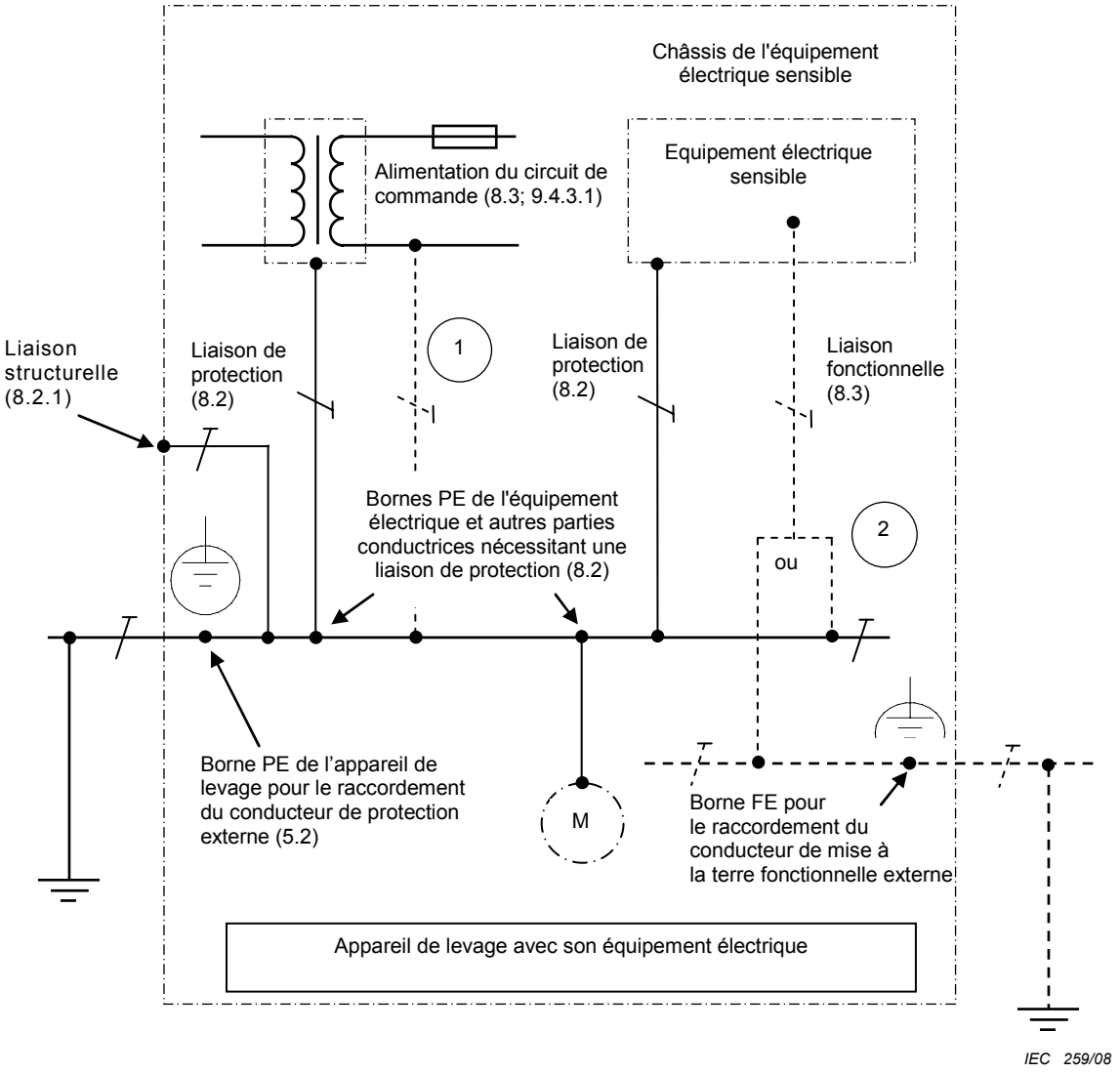
L'objectif de la liaison fonctionnelle (voir 8.3) est de minimiser

– les conséquences d'un défaut d'isolement qui pourrait nuire au fonctionnement de l'appareil de levage;

– les conséquences des perturbations électriques pour les équipements électriques sensibles qui pourraient nuire au fonctionnement de l'appareil de levage.

La liaison fonctionnelle est normalement assurée par le raccordement au circuit de protection mais, si le niveau des perturbations électriques sur le circuit de protection n'est pas suffisamment faible pour assurer un fonctionnement correct de l'équipement électrique, il peut être nécessaire de raccorder le circuit de liaison fonctionnelle à un conducteur de mise à la terre fonctionnelle séparé (voir Figure 4).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



Raccordements optionnels:

1 Liaison fonctionnelle (8.3) comprenant la liaison de protection (8.2)

2 Liaison fonctionnelle seule (8.3) vers le conducteur de protection ou au conducteur de mise à la terre fonctionnelle

NOTE Le conducteur de mise à la terre fonctionnelle était auparavant référencé en tant que « conducteur de terre sans bruit » et la borne « FE » était auparavant désignée par « TE » (voir CEI 60445).

Figure 4 – Exemple de liaisons équipotentielles pour l'équipement électrique d'un appareil de levage

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8.2 Circuit de protection

8.2.1 Généralités

Le circuit de protection comprend

– la ou les bornes PE (voir 5.2);
– les parties structurelles conductrices de l'équipement électrique et de l'appareil de levage;
– les conducteurs de protection dans l'équipement de l'appareil de levage, y compris les contacts glissants s'ils font partie du circuit.

Pour les grues mobiles avec alimentations de puissance embarquées, les circuits de protection, les masses et les éléments conducteurs doivent tous être raccordés à une borne du circuit de protection, afin d'assurer la protection contre les chocs électriques.

NOTE Si l'alimentation électrique est incorporée dans des parties fixes, mobiles ou portatives de l'équipement, et s'il n'existe pas de source extérieure d'alimentation (par exemple dans le cas d'un chargeur de batteries embarqué non raccordé), il n'est pas nécessaire de raccorder un tel équipement à un conducteur de protection externe.

Toutes les parties du circuit de protection doivent être conçues pour être capables de résister aux contraintes thermiques et mécaniques les plus importantes pouvant être provoquées par des courants de défaut à la terre susceptibles de circuler dans ces parties du circuit de protection.

Lorsque la conductance des parties structurelles de l'équipement électrique ou de l'appareil de levage est inférieure à celle du plus petit conducteur de protection raccordé aux masses, il faut fournir un conducteur de liaison supplémentaire. Ce conducteur de liaison supplémentaire doit avoir une section non inférieure à la moitié de celle du conducteur de protection correspondant.

En schéma IT, la structure de l'appareil de levage doit faire partie du circuit de protection et doit être associée à une surveillance de l'isolement. Voir 6.3.3c).

Il n'est pas nécessaire de raccorder les parties conductrices structurelles de l'équipement selon 6.3.2.2 au circuit de protection. Il n'est pas nécessaire de raccorder les éléments conducteurs étrangers qui constituent la structure de l'appareil de levage au circuit de protection, si tout l'équipement fourni est conforme à 6.3.2.2.

Les masses de l'équipement selon 6.3.2.3 ne doivent pas être raccordées au circuit de protection.

8.2.2 Conducteurs de protection

Les conducteurs de protection doivent être identifiés conformément à 13.2.2.

Les conducteurs en cuivre sont préférables. Dans le cas d'une utilisation d'un matériau conducteur autre que le cuivre, la résistance électrique par unité de longueur ne doit pas dépasser la valeur admise pour un conducteur en cuivre et sa section ne doit pas être inférieure à 16 mm^2.

La section des conducteurs de protection doit être déterminée conformément aux exigences de

– la CEI 60364-5-54, 543, ou
– la CEI 60439-1, 7.4.3.1.7, selon les cas.

Cette exigence est satisfaite dans la plupart des cas si les sections des conducteurs de phases associés à une partie de l'équipement et celles du conducteur de protection associé sont conformes au Tableau 1.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8.2.3 Continuité du circuit de protection

Toutes les masses doivent être raccordées au circuit de protection selon 8.2.1.

Exceptions: Voir 8.2.5.

Si un élément est retiré quelle que soit la raison (par exemple entretien de routine), le circuit de protection pour les éléments restants ne doit pas être interrompu.

Les points de raccordement et de liaison doivent être prévus de façon que leurs intensités admissibles ne soient pas altérées par des influences mécaniques, chimiques ou électrochimiques. Lors de l'utilisation d'enveloppes et de conducteurs en aluminium ou alliage d'aluminium, il convient de porter une attention particulière à une éventuelle corrosion électrolytique.

Les conduits métalliques, flexibles ou rigides, et les gaines de câbles métalliques ne doivent pas être utilisés comme conducteurs de protection. Néanmoins, de telles canalisations métalliques ainsi que la gaine métallique de tous les câbles de connexion (par exemple blindage de câble, gaine en plomb) doivent être raccordées au circuit de protection.

Si l'équipement électrique est monté sur des couvercles, des portes ou des plaques de fermeture, la continuité du circuit de protection doit être assurée et un conducteur de protection est recommandé (voir 8.2.2). Sinon, des systèmes de fermeture, des charnières ou des contacts glissants conçus pour présenter une faible résistance doivent être utilisés (voir 18.2.2, Essai 1).

La continuité du conducteur de protection au sein de câbles susceptibles d'être endommagés (par exemple câbles souples rampants) doit être assurée par des mesures appropriées (par exemple surveillance).

Pour les exigences relatives à la continuité du conducteur de protection utilisant des câbles conducteurs, des barres conductrices et des assemblages glissants, voir 12.7.2.

Les rails d'appareils de levage peuvent être connectés au circuit de protection. Toutefois, ils ne doivent pas remplacer le conducteur de protection (par exemple câble, câble conducteur ou barre conductrice) entre l'alimentation et l'appareil de levage.

L'équipement électrique des appareils de levage destinés à être utilisés sur différents sites (appareils de levage transportables) doit satisfaire aux exigences de la présente norme pour tous les schémas de mise à la terre de l'alimentation attendus. S'il est utilisé en schéma IT ou TT, le circuit de protection d'un appareil de levage doit être connecté à la prise de terre du site.

8.2.4 Exclusion des appareils de connexion du circuit de protection

Le circuit de protection ne doit comprendre ni appareil de connexion, ni dispositif de protection contre les surintensités (par exemple interrupteur, fusible).

Aucun moyen de coupure ne doit être prévu sur le circuit de protection.

Exceptions:

- Les liaisons pour les besoins des essais ou mesures ne pouvant être ouvertes sans l'usage d'un outil et situées dans une zone fermée de service électrique.
- Lorsque la continuité du circuit de protection peut être interrompue par des collecteurs mobiles de courant ou des ensembles fiche-prise, le circuit de protection doit être interrompu par un contact premier fermé dernier ouvert. Cela concerne aussi les éléments démontables ou débrochables (voir aussi 13.4.5).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8.2.5 Parties dont le raccordement au circuit de protection n'est pas nécessaire

Il n'est pas nécessaire de raccorder au circuit de protection certaines masses si, par leur montage, elles ne présentent pas de danger du fait

– qu'elles ne peuvent pas être touchées sur de larges surfaces ou saisies par la main et qu'elles sont de faibles dimensions (moins de 50 mm × 50 mm environ), ou

– qu'elles sont placées de telle façon qu'un contact avec des parties actives ou une défaillance de l'isolation est improbable.

Ceci s'applique aux petites parties telles que vis, rivets, plaques signalétiques et aux parties situées à l'intérieur d'une enveloppe, quelles que soient leurs dimensions (par exemple les électroaimants de contacteurs ou de relais, et les parties mécaniques des appareils).

NOTE Pour plus d'informations, voir 410.3.9 de la CEI 60364-4-41.

8.2.6 Points de raccordement du conducteur de protection

Tous les conducteurs de protection doivent être raccordés conformément à 13.1.1. Les points de raccordement du conducteur de protection ne doivent pas présenter d'autres fonctions et ne doivent pas, par exemple, être utilisés pour la fixation ou le raccordement d'appareils ou d'éléments.

Chaque point de raccordement du conducteur de protection doit être marqué ou étiqueté comme tel par le symbole CEI 60417-5019 (2002-10):

ou par les lettres **PE**, le symbole graphique étant préféré, ou par la combinaison bicolore VERT-ET-JAUNE, ou par toute combinaison des moyens précités.

Si une grue mobile avec une alimentation embarquée peut être aussi raccordée à une alimentation extérieure, la borne du circuit de protection doit être le point de connexion du conducteur de protection externe.

8.2.7 Exigences supplémentaires de liaison de protection pour équipement électrique dont les courants de fuite à la terre sont supérieurs à 10 mA en courant alternatif ou en courant continu

NOTE 1 Le courant de fuite à la terre est défini ainsi: « courant qui s'écoule des parties actives à la terre, en l'absence de tout défaut d'isolement » (VEI 442-01-24). Ce courant peut avoir une composante capacitive, y compris celle résultant de l'utilisation délibérée de capacités.

NOTE 2 Le courant de fuite à la terre de la plupart des entraînements électriques de puissance à vitesse variable conformes aux parties appropriées de la CEI 61800 sera supérieur à 3,5 mA en courant alternatif. Le courant de fuite à la terre d'un entraînement électrique de puissance à vitesse variable est déterminé par une méthode de mesure de courant de contact spécifiée comme essai de type dans la CEI 61800-5-1.

Si l'équipement électrique a un courant de fuite à la terre (par exemple dans le cas des entraînements électriques de puissance à vitesse variable et des matériels de traitement de l'information) supérieur à 10 mA en courant alternatif ou en courant continu sur l'une quelconque des alimentations, une ou plusieurs des conditions suivantes sur le circuit de protection associé doivent être satisfaites.

a) Le conducteur de protection doit faire partie du câble d'alimentation d'un système de jeux de barres sous enveloppe et doit avoir une section au moins égale à 1,5 mm^2 Cu, sur tout son cheminement.

b) Le conducteur de protection doit avoir une section au moins égale à 10 mm^2 Cu ou 16 mm^2 Al, sur tout son cheminement.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

c) Si le conducteur de protection a une section inférieure à 10 mm^2 Cu ou 16 mm^2 Al, un second conducteur de protection de section au moins égale doit être amené jusqu'au point où le conducteur de protection a une section non inférieure à 10 mm^2 Cu ou 16 mm^2 Al.

NOTE Ceci peut nécessiter que l'équipement électrique dispose d'une borne séparée pour un second conducteur de protection.

d) Une coupure automatique de l'alimentation en cas de perte de continuité du conducteur de protection.

Afin de supprimer les difficultés associées aux perturbations électromagnétiques, les exigences de 4.4.2 s'appliquent aussi à l'installation de conducteurs de protection en double.

De plus, une étiquette d'avertissement doit être prévue à côté de la borne PE et, si nécessaire, sur la plaque signalétique de l'équipement électrique. Les informations fournies en 17.2b)1) doivent comprendre les informations sur le courant de fuite et la section minimale du conducteur de protection externe.

8.3 Liaison fonctionnelle

La protection contre un fonctionnement impropre, conséquence de défauts d'isolement, peut être assurée par le raccordement à un conducteur commun conforme à 9.4.3.1.

Pour les recommandations concernant les liaisons fonctionnelles afin d'éviter un fonctionnement impropre dû à des perturbations électromagnétiques, voir 4.4.2.

8.4 Mesures pour limiter les effets d'un courant de fuite élevé

Les effets d'un courant de fuite élevé peuvent être limités à l'équipement sujet à ce courant de fuite élevé par raccordement de cet équipement à un transformateur d'alimentation dédié disposant d'enroulements séparés. Lorsqu'un transformateur est adapté à cet effet, le circuit de protection doit être raccordé aux masses de l'équipement ainsi qu'à l'enroulement secondaire du transformateur. Le (les) conducteur(s) de protection entre l'équipement et l'enroulement secondaire du transformateur doivent être conformes à une ou plusieurs des dispositions décrites en 8.2.7.

9 Circuits de commande et fonctions de commande

9.1 Circuits de commande

NOTE Pas applicable pour les dispositifs portables à commande directe (voir 3.36).

9.1.1 Alimentation du circuit de commande

Si les circuits de commande sont alimentés par une source alternative, on doit utiliser des transformateurs de commande pour alimenter les circuits de commande. Ces transformateurs doivent être à enroulements séparés. Si plusieurs transformateurs sont utilisés, il est recommandé de raccorder les enroulements de ces transformateurs de manière que les tensions secondaires soient en phase.

Quand les circuits de commande en courant continu dérivé d'une source alternative sont raccordés au circuit de protection (voir 8.2.1), ils doivent être alimentés par un enroulement séparé du transformateur du circuit de commande en courant alternatif ou par un autre transformateur de circuit de commande.

NOTE 1 Les unités à mode de commutation équipées de transformateurs disposant d'enroulements séparés conformes à la CEI 61558-2-17 satisfont à cette exigence.

Les transformateurs ne sont pas obligatoires pour les appareils de levage munis d'un seul démarreur de moteur et de deux appareils de commande au maximum.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE 2 Cette exception concerne par exemple les petits appareils de levage avec un moteur de levage avec un mouvement VERTICAL et un limiteur de position supérieur. Pour des raisons d'essais et/ou de maintenance, il convient que les appareils de levage avec plusieurs mouvements électriques incorporent des moyens pour alimenter un circuit de commande sans alimenter le circuit de puissance.

9.1.2 Tensions du circuit de commande

La valeur nominale de la tension de commande doit être compatible avec un fonctionnement correct du circuit de commande. La tension nominale ne doit pas dépasser 277 V lorsqu'elle est fournie par un transformateur.

9.1.3 Protection

Les circuits de commande doivent être fournis avec une protection contre les surintensités conformément à 7.2.4 et 7.2.10.

9.2 Fonctions de commande

NOTE 1 Les informations concernant les aspects relatifs à la sécurité des fonctions de commande, y compris celles réalisées en utilisant des systèmes électroniques programmables, sont données dans l'ISO 12100-2:2003, l'ISO 13849-1:2006, l'ISO 13849-2:2003, et la CEI 62061. Voir aussi 9.4.

NOTE 2 Ce paragraphe ne spécifie pas les exigences pour l'équipement utilisé pour réaliser des fonctions de commande. Des exemples de telles exigences sont donnés à l'Article 10.

9.2.1 Fonctions marche

Les fonctions marche doivent agir par mise sous tension du circuit correspondant (voir 9.2.5.2).

9.2.2 Fonctions arrêt

Il existe trois catégories de fonctions d'arrêt.

– Arrêt de catégorie 0: arrêt par suppression immédiate de l'alimentation aux actionneurs de l'appareil de levage (c'est-à-dire arrêt non contrôlé – voir 3.69).
– Arrêt de catégorie 1: arrêt contrôlé (voir 3.12) en maintenant l'alimentation aux actionneurs jusqu'à l'arrêt de l'appareil de levage, puis coupure de la puissance quand l'arrêt est obtenu.
– Arrêt de catégorie 2: arrêt contrôlé en maintenant l'alimentation aux actionneurs de l'appareil de levage.

Lors de l'utilisation d'une fonction arrêt comme une fonction de commande relative à la sécurité, des mesures contre les écarts de commande non admissibles (voir 9.4.4) doivent être prévues (par exemple par l'utilisation de systèmes d'entraînement conformes à la CEI 61800-5-2).

9.2.3 Modes de marche

Chaque appareil de levage peut avoir un ou plusieurs modes de marche qui sont déterminés par le type d'appareil de levage et son application. Si la sélection d'un mode de marche peut entraîner des conditions dangereuses, la sélection d'un mode marche non autorisée et/ou intempestive doit être évitée par un dispositif approprié (par exemple commutateur à clef, code d'accès).

La sélection d'un mode de marche ne doit pas par elle-même provoquer la mise en marche de l'appareil de levage. Une manœuvre séparée de la commande de marche doit être exigée.

Les fonctions de sécurité appropriées et/ou les mesures de protection pour chaque mode de fonctionnement particulier doivent être effectives.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

L'indication du mode de marche choisi doit être fournie (par exemple position du sélecteur de mode, voyant lumineux, écran).

9.2.4 Neutralisation provisoire de la protection par protecteur

Lorsqu'il est nécessaire de fournir des moyens de suspendre une fonction de sécurité particulière ou une mesure de protection pendant les activités de maintenance, d'essai et de réglage, ces moyens doivent être conçus avec la considération appropriée du mauvais usage prévisible (voir 5.3c de l'ISO 12100-1).

Pendant la suspension de cette fonction de sécurité ou de cette mesure de protection, la protection doit être assurée par

- la désactivation de tous les autres modes de fonctionnement (commande); et
- d'autres moyens appropriés (voir 4.11.9 de l'ISO 12100-2:2003), qui peuvent comprendre par exemple un ou plusieurs des moyens suivants:
  - la mise en marche du mouvement par un appareil de commande nécessitant une action maintenue ou par un appareil de commande similaire;
  - un poste de commande portable comportant un appareil d'arrêt d'urgence et, si approprié, un dispositif de validation. Quand un poste de commande portable est utilisé, la mise en marche d'un mouvement ne doit être possible qu'à partir de ce poste de commande;
  - un poste de commande sans fil comportant un appareil pour initier les fonctions d'arrêt conformes à 9.2.7.3 et, si approprié, un dispositif de validation. Quand un poste de commande sans fil est utilisé, la mise en marche d'un mouvement ne doit être possible qu'à partir de ce poste de commande;
  - la limitation de vitesse ou de puissance du mouvement;
  - la limitation de l'amplitude du mouvement.

Des exigences et des limitations supplémentaires pour la suspension de fonctions de sécurité particulières peuvent être définies dans des normes de produits spécifiques. Par exemple, la suspension de la protection contre les surcharges peut être interdite même durant les activités de maintenance, d'essai et de réglage dans le cas où il y a un problème de stabilité avec cet appareil de levage particulier.

9.2.5 Fonctionnement

9.2.5.1 Généralités

Les fonctions de sécurité et/ou les mesures de protection nécessaires (par exemple verrouillages (voir 9.3)) doivent être prévus pour un fonctionnement sûr.

Des dispositions doivent être prises pour empêcher tout démarrage fortuit ou intempestif après tout arrêt de l'appareil de levage (par exemple en cas de déverrouillage, de défaut d'alimentation, de remplacement de batterie, de perte de signal pour une commande sans fil).

Les appareils de levage commandés manuellement doivent utiliser soit des commandes à action maintenue, soit des dispositifs à deux positions (voir 10.9) pour leur fonctionnement; cette exigence n'est pas applicable à des appareils de levage commandés par cabine avec des dispositifs limiteurs si aucune condition dangereuse ne peut exister.

Pour les appareils de levage avec plusieurs cabines de commande pour le même mouvement (par exemple la cabine de commande et la commande depuis le sol), une seule cabine doit effectuer les commandes à tout moment. Pour l'arrêt d'urgence, voir 9.2.5.4.2 et 10.7. Des dispositions doivent être prévues pour indiquer l'état opérationnel de la cabine de commande.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

9.2.5.2 Marche

Le démarrage d'une manœuvre (par exemple un mouvement) ne doit être possible que si toutes les fonctions de sécurité et/ou les mesures de protection appropriées sont en place et opérationnelles, excepté dans les conditions décrites en 9.2.4.

Pour les appareils de levage dont les fonctions de sécurité et/ou les mesures de protection ne peuvent pas être utilisées pour certains fonctionnements (par exemple un mouvement particulier), la commande manuelle de tels fonctionnements doit être effectuée par des commandes à action maintenue associées à des dispositifs de validation, selon ce qui est approprié.

Des verrouillages appropriés doivent être prévus pour assurer une séquence de démarrage correcte.

Dans le cas d'appareils de levage nécessitant l'utilisation de plusieurs postes de commande pour initialiser un démarrage, chacun de ces postes de commande doit avoir un appareil de commande de mise en marche séparé et actionné manuellement. Les conditions pour provoquer une mise en marche doivent être les suivantes:

– Toutes les conditions requises pour le fonctionnement de l'appareil de levage doivent être satisfaites.
– Tous les appareils de commande de marche doivent être en position «relâchée».
– tous les appareils de commande de marche doivent être manœuvrés de façon concomitante (voir 3.7).

9.2.5.3 Arrêt

Des fonctions d'arrêt de catégorie 0 et/ou d'arrêt de catégorie 1 et/ou d'arrêt de catégorie 2 doivent être prévues, comme indiqué par l'appréciation du risque et par les exigences fonctionnelles pour l'appareil de levage (voir 4.1). Voir aussi 9.4.1 et 9.4.4.

NOTE Les appareils de sectionnement et de connexion (voir 5.3), lorsqu'ils sont manœuvrés, réalisent un arrêt de catégorie 0.

Les fonctions d'arrêt doivent être prioritaires sur les fonctions associées de marche (voir 9.2.5.2).

Sur demande, des moyens de raccordement des appareils de protection et de verrouillage doivent être prévus. Si un tel dispositif de protection ou de verrouillage est à l'origine d'un arrêt de l'appareil de levage, il peut être nécessaire que cette condition soit signalée à la partie logique du système de commande. Le réarmement de la fonction d'arrêt ne doit pas générer de situation dangereuse.

Pour les mouvements pouvant être affectés par la gravité ou d'autres forces extérieures (par exemple force du vent), il convient que le maintien du mouvement en position arrêt ne soit pas accompli par le système d'entraînement, mais soit sécurisé par des dispositifs indépendants de l'alimentation (par exemple par un frein mécanique). Voir aussi les Paragraphes 9.3.4, 9.4.3.2 et 14.7.

9.2.5.4 Manœuvres d'urgence (arrêt d'urgence, coupure d'urgence)

9.2.5.4.1 Généralités

Le présent document spécifie les exigences relatives à la fonction d'arrêt d'urgence et à la fonction de coupure d'urgence pour les manœuvres d'urgence indiquées en Annexe E, ces deux manœuvres étant initiées, dans la présente partie de la CEI 60204, par une seule action humaine.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Une fois que la manœuvre active d'un organe de commande d'un arrêt d'urgence (voir 10.7) ou d'une coupure d'urgence (voir 10.8) a cessé à la suite d'un ordre, l'effet de cet ordre doit être maintenu jusqu'à ce qu'il soit réinitialisé. Cette réinitialisation ne doit être possible que par une action manuelle à l'endroit où l'ordre a été initié. La réinitialisation de cet ordre ne doit pas redémarrer l'appareil de levage, mais seulement autoriser le redémarrage.

Il ne doit pas être possible de redémarrer l'appareil de levage tant que tous les ordres d'arrêt d'urgence n'ont pas été réinitialisés. Il ne doit pas être possible de réalimenter l'appareil de levage tant que tous les ordres de coupure d'urgence n'ont pas été réinitialisés.

NOTE L'arrêt d'urgence et la coupure d'urgence sont des mesures de protection complémentaires et ne sont pas considérés comme des dispositifs principaux de réduction du risque pour les dangers (par exemple l'écrasement, le choc, le choc électrique ou la brûlure) sur un appareil de levage (voir l'ISO 12100 (toutes les parties)).

9.2.5.4.2 Arrêt d'urgence

Les principes de conception de l'équipement d'arrêt d'urgence, y compris les aspects fonctionnels, sont donnés dans l'ISO 13850.

Les appareils de levage doivent avoir une fonction d'arrêt d'urgence qui doit au moins arrêter les mouvements des entraînements et d'autres actionneurs de l'appareil de levage qui peuvent entraîner une (des) condition(s) dangereuse(s). L'arrêt d'urgence doit fonctionner soit comme un arrêt de catégorie 0, soit comme un arrêt de catégorie 1 (voir 9.2.2). Le choix de la catégorie d'arrêt de l'arrêt d'urgence dépend des résultats de l'appréciation du risque de l'appareil de levage.

Outre les exigences d'un arrêt (voir 9.2.5.3), l'arrêt d'urgence répond aux exigences suivantes.

– Il doit être prioritaire par rapport à toutes les autres fonctions et commandes dans tous les modes.
– L'énergie sur les actionneurs de l'appareil de levage pouvant provoquer une (des) situation(s) dangereuse(s) doit être soit supprimée immédiatement (arrêt de catégorie 0), soit commandée de façon à arrêter le mouvement dangereux aussi rapidement que possible (arrêt de catégorie 1) sans créer d'autres dangers.
– Le réarmement ne doit pas provoquer un redémarrage.

La fonction d'arrêt d'urgence peut être réalisée par un ou plusieurs appareils de connexion représentés sur la Figure 3 (par exemple appareillage des entraînements, interrupteur de grue ou sectionneur d'alimentation de grue).

9.2.5.4.3 Coupure d'urgence

Les aspects fonctionnels de la coupure d'urgence sont donnés en 536.4 de la CEI 60364-5-53.

Il convient de fournir une coupure d'urgence dans les cas où

– la protection contre les contacts directs (par exemple collecteurs bobinés, barres conductrices, assemblages glissants, ensembles d'appareillage dans des zones de service électrique) est seulement réalisée par mise hors de portée, ou par obstacle (voir 6.2.6); ou
– d'autres dangers ou dommages dus à l'électricité peuvent se produire.

La coupure d'urgence est réalisée par la coupure de l'alimentation appropriée au moyen d'appareils de connexion électromécaniques (par exemple par l'interrupteur d'alimentation de grue), réalisant un arrêt de catégorie 0 des actionneurs de l'appareil de levage raccordés à cette alimentation. Si un appareil de levage ne peut supporter un arrêt de catégorie 0, il peut être nécessaire de prévoir d'autres mesures, par exemple une protection contre les contacts directs, de manière que cette coupure d'urgence ne soit pas nécessaire (par exemple des dispositifs de retenue de charge comme les aimants et les ventouses de levage peuvent exiger une alimentation continue).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

9.2.5.5 Contrôle de l'action des commandes

Tout mouvement ou action d'un appareil de levage ou d'une partie d'un appareil de levage qui peut entraîner une situation dangereuse doit être surveillé(e). Pour les appareils de levage à commande manuelle, les opérateurs peuvent prévoir ce contrôle. Des situations qui ne peuvent pas être raisonnablement contrôlées par l'opérateur nécessitent des moyens tels que le limiteur de position, la détection de survitesse des moteurs, la détection de surcharge mécanique ou le dispositif anticollision.

9.2.6 Autres fonctions de commande

9.2.6.1 Commandes nécessitant une action maintenue

Une commande nécessitant une action maintenue doit nécessiter une action continue sur le ou les appareils de commande pour être effective.

NOTE Une commande nécessitant une action maintenue peut être réalisée par exemple par des dispositifs de commande bimanuelle.

9.2.6.2 Commandes bimanuelles

Trois types de commandes bimanuelles sont définis dans l'ISO 13851, leur choix dépendant de l'appréciation du risque.

9.2.6.3 Dispositifs de commande de validation

Un dispositif de commande de validation (voir aussi 10.9) est un verrouillage de fonction de commande manœuvré manuellement qui,

a) lorsqu'il est activé, autorise le démarrage du fonctionnement d'un appareil de levage par une commande de démarrage séparée, et

b) lorsqu'il est désactivé

   i) initie une fonction d'arrêt de catégorie 0 ou 1, et

   ii) empêche le démarrage du fonctionnement de l’appareil de levage.

Un dispositif de commande de validation doit être disposé de façon à minimiser la possibilité de neutralisation, par exemple, en exigeant la désactivation du dispositif de commande de validation avant que le fonctionnement de l’appareil de levage ne puisse être réinitialisé. Il est recommandé que la fonction de validation ne puisse pas être neutralisée par des moyens simples.

Le choix du type de dispositif de commande de validation doit être effectué selon l'appréciation du risque.

NOTE Un dispositif de commande de type à trois positions peut avoir l'avantage en cas de crampe ou de panique.

9.2.6.4 Commandes marche-arrêt combinées

Les boutons-poussoirs et appareils de commande analogues, qui démarrent et arrêtent alternativement un mouvement lorsqu'ils sont actionnés, ne doivent être prévus que pour des fonctions ne produisant pas de situation dangereuse.

9.2.7 Commandes sans fil

9.2.7.1 Généralités

Ce paragraphe traite des exigences fonctionnelles pour systèmes de commande utilisant des techniques sans fil (par exemple commandes radio, infrarouge) pour la transmission d'ordres et de signaux entre un système de commande de machine et un ou plusieurs pupitres de commande opérateur (voir 10, en particulier voir 10.1.5).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE 1 Le poste de commande opérateur d'une commande sans fil est généralement appelé l'émetteur, et la partie montée sur l'appareil de levage est appelée le récepteur. Le récepteur forme l'interface avec le système de commande de l'appareil de levage.

NOTE 2 Certaines considérations sur les applications et sur le système peuvent aussi s'appliquer aux fonctions de commande utilisant des techniques de transmission série avec liaison par câble (par exemple un câble coaxial, une paire torsadée, une fibre optique).

Des moyens doivent être prévus pour débrancher facilement ou couper l'alimentation électrique du poste de commande opérateur (voir aussi 9.2.7.3).

Des moyens (par exemple interrupteur à clé, code d'accès) doivent être prévus, si nécessaire, pour empêcher un usage non autorisé du poste de commande opérateur sans fil. Le poste de commande opérateur ne doit pas émettre tandis que les moyens pour empêcher un usage non autorisé sont activés.

Chaque poste de commande opérateur sans fil doit indiquer de manière non ambiguë quel(s) est (sont) l' (les) appareil(s) de levage destiné(s) à être commandé(s) par ce poste de commande.

9.2.7.2 Limitation de la commande

Des mesures doivent être prises pour s'assurer que les commandes affectent

– uniquement l'appareil de levage concerné;
– uniquement les fonctions concernées.

Des mesures doivent être prises pour éviter que l'appareil de levage ne réponde à des signaux autres que ceux des postes de commande opérateur prévus.

Les fonctions de commande suivantes doivent être incluses dans le système de commande sans fil.

– L'activation du poste de commande opérateur sans fil doit être indiquée sur le poste de commande opérateur et ne doit pas générer de mouvement de l'appareil de levage.
– Le récepteur doit fournir des commandes fonctionnelles au système de commande de l'appareil de levage, uniquement lorsqu'il reçoit des cycles de données du poste de commande opérateur contenant l'adresse et la commande correctes.
– Sauf spécification contraire dans une norme produit spécifique, l'interrupteur de grue ne doit être mis sous tension (c'est-à-dire commandé pour être en état « marche ») et la fonction arrêt réarmée que lorsque le récepteur a reçu au moins un cycle de données correct du poste de commande opérateur, sans aucune commande fonctionnelle, mais contenant une commande de démarrage.
– Afin d'empêcher les mouvements involontaires après toute situation ayant provoqué l'arrêt de l'appareil de levage (par exemple défaut d'alimentation, remplacement de batterie ou perte de signal), le récepteur doit uniquement émettre des commandes fonctionnelles entraînant tout mouvement de l'appareil de levage après remise des actionneurs du poste de commande opérateur sur la position « arrêt » par le dispositif d'entraînement de l'appareil de levage pendant une durée convenable (c'est-à-dire que le récepteur a reçu au moins un cycle de données sans aucune commande fonctionnelle).
– A chaque fois que l'interrupteur de grue est désalimenté, toutes les émissions des commandes fonctionnelles pour les mouvements de l'appareil de levage doivent être interdites.

Si nécessaire, des moyens doivent être prévus pour que l'appareil de levage ne puisse être commandé qu'à partir de postes de commande opérateur situés dans une ou plusieurs zones ou emplacements prédéterminés.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

9.2.7.3 Arrêt

Les postes de commande opérateur doivent comporter un moyen séparé et aisément identifiable pour initier la fonction arrêt de l'appareil de levage ou de tous les fonctionnements pouvant entraîner des situations dangereuses. L'organe de commande de la fonction arrêt ne doit pas être marqué ou étiqueté comme un arrêt d'urgence. L'arrêt peut être de catégorie 0 ou de catégorie 1, tel que déterminé par l'appréciation du risque. Il doit être prioritaire sur toutes les autres fonctions et les fonctionnements dans tous les modes et le réarmement de la fonction arrêt ne doit pas initier un redémarrage.

La pièce du système de commande sans fil pour réaliser la fonction d'arrêt est une pièce assurant la sécurité du système de commande de l'appareil de levage, et doit être conçue de telle sorte qu'un défaut unique dans toute pièce n'entraîne pas la perte de la fonction de sécurité. A chaque fois que ceci est raisonnablement réalisable en pratique, le défaut unique doit être détecté à la demande suivante ou avant celle-ci concernant la fonction de sécurité.

NOTE Les exigences pour les pupitres de commande sans fil incorporant un appareil d'arrêt d'urgence sont à l'étude dans le CEI/TC 44.

Le temps de réponse d'un système de commande sans fil ne doit pas dépasser 550 ms pour une commande d'arrêt.

Un système de commande sans fil doit initier automatiquement l'arrêt de l'appareil de levage en désactivant l'alimentation de l'interrupteur de grue, dans les situations suivantes.

– Lorsqu'un défaut est détecté dans le système de commande sans fil.
– Quand un signal de validation n'a pas été détecté pendant une période de 0,5 s (voir Annexe B), à l'exception des appareils de levage exécutant des tâches préprogrammées hors du domaine de la commande sans fil lorsqu'aucune situation dangereuse ne peut apparaître. Pour les applications pour lesquelles une durée de 0,5 s est trop courte, cette valeur peut être étendue jusqu'à un maximum de 2 s. L'utilisation prévue de l'appareil de levage doit être évaluée, afin de s'assurer que des risques supplémentaires ne proviennent pas de cet allongement de la durée. La désactivation de l'alimentation de l'interrupteur de grue peut être retardée de 5 min au maximum, à condition que l'initiation de l'arrêt soit assurée en surveillant l'état du système de commande.

9.2.7.4 Communication entre l'émetteur et le récepteur

Les cycles de données doivent être envoyés de manière continue au cours du fonctionnement. Tout cycle de données exigeant un mouvement à initier doit être reçu correctement avant que le système de commande ne puisse initier ce mouvement. Chaque cycle de données transmis doit comprendre les états exigés de toutes les commandes.

Le système doit fournir une fiabilité de transmission égale à une distance de Hamming du nombre total de bits dans une trame divisé par 20 et au moins 4, ou d'autres moyens qui assurent un niveau équivalent de fiabilité, de sorte que la probabilité de cycles de données erronés reçus soit inférieure à 10^{-8}.

NOTE Les méthodes de détection d'erreurs conformes à la CEI 60870-5-1 sont recommandées.

9.2.7.5 Utilisation de plus d'un poste de commande opérateur

NOTE Ce paragraphe ne tient pas compte de la commutation entre les postes de commande câblés et sans fil.

Si un appareil de levage dispose de plus d'un poste de commande sans fil, des mesures doivent être prises pour s'assurer qu'un seul des postes de commande peut être validé à un instant donné. L'indication du poste de commande opérateur en service doit être prévue à des emplacements appropriés en fonction de l'appréciation du risque de l'appareil de levage.

Un transfert de commande d'un émetteur à un autre ne doit pas être possible jusqu'à la transmission d'un signal d'arrêt pour stopper les mouvements de la grue et jusqu'à ce que le

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

premier émetteur ait été désactivé. L'activation de l'autre émetteur doit exiger une action délibérée, spécialement conçue à cet effet.

Des dispositifs doivent être prévus pour permettre le fonctionnement de plusieurs paires d'émetteurs/récepteurs dans la plage de transmission, sans interférences indésirables entre elles. Ces dispositifs doivent être protégés contre les changements accidentels ou involontaires.

9.2.7.6 Postes de commande opérateur alimentés par accumulateurs

Une variation de la tension des accumulateurs d'alimentation ne doit pas conduire à une situation dangereuse. Si un ou plusieurs mouvements potentiellement dangereux sont commandés par un poste de commande opérateur sans fil alimenté par accumulateurs, une indication claire doit avertir l'opérateur lorsque la tension des accumulateurs est en dehors des limites spécifiées. Dans ce cas, le poste de commande opérateur sans fil doit rester opérationnel suffisamment longtemps pour mettre l'appareil de levage dans une situation non dangereuse.

NOTE Une durée de 10 min est normalement admise.

Lorsque la tension des accumulateurs de l'émetteur devient si faible qu'une transmission fiable ne peut être garantie, l'émetteur doit initier un signal d'arrêt conformément à 9.2.7.3, et ne doit pas émettre d'autres cycles de données jusqu'à la réactivation de l'émetteur (voir 9.2.7.2).

9.3 Verrouillages de protection

NOTE 1 Les informations concernant les aspects relatifs à la sécurité des fonctions de commande de verrouillage de protection, y compris celles réalisées en utilisant des systèmes électroniques programmables, sont données dans l'ISO 12100-2:2003, l'ISO 13849-1:2006, l'ISO 13849-2:2003, et la CEI 62061. Voir aussi 9.4.

NOTE 2 Ce paragraphe ne spécifie pas les exigences pour l'équipement utilisé pour réaliser des fonctions de commande de verrouillage de protection. Des exemples de telles exigences sont donnés à l'Article 10.

9.3.1 Refermeture ou réarmement d'un moyen de protection avec dispositif de verrouillage

La refermeture ou le réarmement d'un moyen de protection avec dispositif de verrouillage ne doit pas entraîner de mouvement dangereux de l'appareil de levage ni d'autres fonctionnements.

NOTE Les exigences relatives aux protecteurs commandant la mise en marche (protecteurs de commande) sont données en 5.3.2.5 de l'ISO 12100-2.

9.3.2 Dépassement des limites de fonctionnement

Si une limite de fonctionnement (par exemple la charge, la position, la vitesse, la pression) peut être dépassée et provoquer une situation dangereuse, des moyens (par exemple un capteur de position ou un interrupteur de position) doivent être prévus pour détecter le dépassement d'une (des) limite(s) prédéterminée(s) et initier une action de commande appropriée, déterminée par l'appréciation du risque de l'appareil de levage.

Si un dispositif limiteur a initié l'arrêt du mouvement d'un appareil de levage commandé par un opérateur, un redémarrage doit être possible, mais seulement en sens inverse.

9.3.3 Mise en œuvre des fonctions auxiliaires

Le fonctionnement correct des fonctions auxiliaires doit être contrôlé par des dispositifs appropriés (par exemple capteur de pression).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Si l'absence de fonctionnement d'un moteur ou d'un appareil relatif à une fonction auxiliaire (par exemple la lubrification, le refroidissement) peut engendrer une condition dangereuse ou des dommages à l'appareil de levage ou à la charge, un verrouillage approprié doit être prévu.

9.3.4 Interverrouillages entre opérations différentes et pour des mouvements contraires

Tous les contacteurs, relais et autres appareils de commande qui commandent des éléments de l'appareil de levage et susceptibles d'entraîner des conditions dangereuses quand ils sont manœuvrés en même temps (par exemple commande simultanée de deux mouvements contraires) doivent être interverrouillés en vue d'interdire des opérations incorrectes.

Les contacteurs inverseurs (c'est-à-dire contrôlant le sens de rotation d'un moteur) doivent être interverrouillés de telle sorte qu'en service normal, aucun court-circuit ne puisse se produire à l'instant de la commutation.

Si, par sécurité, ou pour assurer la continuité de fonctionnement, certaines fonctions de l'appareil de levage doivent être en corrélation, une coordination adéquate doit être assurée par un interverrouillage approprié. Pour un ensemble d'appareils de levage fonctionnant ensemble, de façon coordonnée et munis de plus d'un équipement de commande, on doit prendre des mesures pour coordonner le fonctionnement des équipements de commande, autant que nécessaire.

Lorsqu'une défaillance de l'organe de commande d'un frein mécanique peut entraîner le fonctionnement du frein lors de la mise sous tension de l'actionneur correspondant, et que cela peut entraîner une situation dangereuse, des verrouillages doivent être prévus pour mettre hors tension l'actionneur de l'appareil de levage.

Lorsque l'actionneur de l'appareil de levage n'est pas sous tension, et qu'une condition dangereuse peut survenir si les freins mécaniques sont relâchés, des verrouillages doivent être prévus pour désactiver le relâchement des freins mécaniques.

9.3.5 Freinage par contre-courant

Quand on réalise le freinage d'un moteur par contre-courant, des mesures doivent être prises pour empêcher l'inversion du sens de marche une fois le freinage terminé lorsque cette inversion peut entraîner une condition dangereuse, endommager l'appareil de levage ou les charges. Les dispositifs fonctionnant exclusivement selon une fonction du temps ne doivent pas être utilisés à cette fin.

Cette exigence ne s'applique que pour les appareils de levage en fonctionnement automatique.

9.4 Fonctions de commande en cas de défaillance

9.4.1 Exigences générales

Lorsque des défaillances ou des perturbations de l'équipement électrique peuvent entraîner une situation dangereuse, endommager l'appareil de levage ou les charges, des mesures doivent être prises pour minimiser la probabilité d'apparition de telles défaillances ou perturbations. Les mesures prescrites et leur importance, tant individuelles que combinées, dépendent du niveau de risque associé à leur utilisation respective (voir 4.1).

Les circuits de commande électriques doivent avoir un niveau approprié de performance de sécurité déterminé à partir de l'appréciation du risque de l'appareil de levage. Les exigences de la CEI 62061 et/ou de l'ISO 13849-1:1999, de l'ISO 13849-2:2006 doivent s'appliquer.

Les mesures pour réduire ces risques comprennent, de façon non limitative,

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– les appareils de protection sur l'appareil de levage (par exemple des protecteurs interverrouillés, des dispositifs de déclenchement);
– les verrouillages de protection des circuits électriques;
– l'utilisation de techniques de circuits et de composants éprouvés (voir 9.4.2.1);
– la redondance partielle ou totale (voir 9.4.2.2) ou la diversité (voir 9.4.2.3);
– la mise en œuvre des essais fonctionnels (voir 9.4.2.4).

Lorsque la sauvegarde de la mémoire est réalisée, par exemple, par une alimentation par batterie, des mesures doivent être prises pour empêcher des situations dangereuses résultant de la défaillance ou du démontage de la batterie.

Des moyens doivent être prévus pour empêcher l'endommagement de la mémoire non autorisé ou fortuit, par exemple par l'utilisation d'une clé, d'un code d'accès ou d'un outil.

En général, seules les défaillances uniques sont à prendre en compte. Dans des applications à haut risque, il peut être nécessaire de s'assurer que plus d'une défaillance ne peut aboutir à une condition dangereuse.

9.4.2 Mesures pour minimiser les risques en cas de défaillance

9.4.2.1 Utilisation de techniques de circuits et de composants éprouvés

Ces mesures comprennent, de façon non limitative,

– l'équipotentialité des circuits de commande avec le circuit de protection, pour des besoins fonctionnels (voir 9.4.3.1 et Figure 4);
– le raccordement des appareils de commande, conformément à 9.4.3.1;
– l'arrêt par mise hors tension (voir 9.2.2);
– la coupure de tous les conducteurs du circuit de commande de l'appareil commandé (voir 9.4.3.1);
– des appareils de connexion à manœuvre positive d'ouverture (voir la CEI 60947-5-1);
– une conception du circuit destinée à réduire la possibilité de défaillances à l'origine de fonctionnements indésirables;
– l'utilisation de composants (par exemple systèmes de commande électroniques programmables) avec un niveau de performance prouvé (voir ISO/FDIS 13849-1) ou un niveau d'intégrité de sécurité (voir CEI 62061).

9.4.2.2 Utilisation de la redondance partielle ou totale

Par la mise en œuvre de la redondance partielle ou totale, il est possible de minimiser la probabilité qu'une seule défaillance du circuit électrique ne conduise à une situation dangereuse. La redondance peut être effective en fonctionnement normal (redondance en ligne) ou conçue à l'aide de circuits spéciaux prenant en charge la fonction de protection (redondance hors ligne) uniquement si la fonction en cours est défaillante.

Quand il est prévu une redondance hors ligne qui n'est pas active en fonctionnement normal, des mesures appropriées doivent être prises pour garantir que ces circuits de commande seront disponibles en cas de besoin.

9.4.2.3 Utilisation de la diversité

L'utilisation de circuits de commande fonctionnant selon des principes différents ou utilisant des appareils ou des composants de types différents peut réduire la probabilité de dangers causés par des défauts et/ou des défaillances. Par exemple,

– en combinant des contacts normalement ouverts et normalement fermés actionnés par des protecteurs avec dispositif de verrouillage;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– en utilisant des composants de circuit de commande de types différents dans le circuit;
– en combinant des équipements électromécaniques et des équipements électroniques dans des configurations redondantes.

en combinant des systèmes électriques et non électriques (par exemple mécanique, hydraulique, pneumatique), on peut obtenir des fonctions redondantes et mettre en œuvre la diversité.

9.4.2.4 Utilisation des essais fonctionnels

Des moyens doivent être prévus pour réaliser les essais fonctionnels nécessaires (voir aussi 17.2 et 18.6).

– au démarrage et/ou à des intervalles prédéterminés
– soit automatiquement par le système de commande ou manuellement (par examen ou essai) ou une combinaison des deux selon le cas.

9.4.3 Protection contre des manœuvres impropres dues à des défauts à la terre, à des interruptions de tension et à des pertes de continuité de circuit

9.4.3.1 Défauts à la terre

Les défauts à la terre sur un circuit de commande quelconque ne doivent pas provoquer de démarrage intempestif, de mouvement potentiellement dangereux, ou empêcher l'arrêt de l'appareil de levage.

Les méthodes pour satisfaire à ces exigences comprennent, mais ne sont pas limitées à, ce qui suit.

Méthode a) Circuits de commande alimentés par des transformateurs de commande:

1) Dans le cas d'alimentations de circuits de commande mises à la terre, le conducteur commun est raccordé au circuit de protection. Tous les contacts, éléments semi-conducteurs, etc., qui sont destinés à manœuvrer un dispositif électromagnétique ou autre (par exemple un relais, un voyant lumineux) sont insérés entre un côté, le conducteur coupé de l'alimentation du circuit de commande et une borne de la bobine ou de l'appareil. L'autre borne de la bobine ou de l'appareil (de préférence ayant toujours le même marquage) est raccordée directement au conducteur commun de l'alimentation du circuit de commande sans aucun élément de coupure (voir Figure 5).

   Exceptions: Les contacts des appareils de protection peuvent être raccordés entre le conducteur commun et les bobines, sous réserve que:

   – le circuit soit coupé automatiquement en cas de défaut à la terre; ou
   – la connexion soit très courte (par exemple dans la même enveloppe) et telle qu'un défaut à la terre soit improbable (par exemple un relais de surcharge).

2) Les circuits de commande alimentés par un transformateur de commande et non raccordés au circuit de protection, disposés de la manière indiquée à la Figure 5 et prévus avec un appareil de surveillance de l'isolement qui interrompt le circuit automatiquement en cas de défaut à la terre (voir aussi 7.2.4).

   NOTE 1 L'indication d'une défaillance de l'isolation peut être utilisée au lieu de l'interruption, pour mettre l'appareil de levage dans une condition de sécurité.

Méthode b) Les circuits de commande alimentés par un transformateur de commande avec un enroulement à point milieu, ce point milieu étant raccordé au circuit de protection, disposés de la manière indiquée sur la Figure 6 avec le dispositif de protection contre les surintensités muni d'éléments de connexion sur tous les conducteurs d'alimentation du circuit de commande.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE 2 Sur un circuit de commande mis à la terre en son point milieu, la présence d'un défaut à la terre peut laisser 50 % de la tension sur une bobine de relais. Dans ce cas, un relais peut rester maintenu, provoquant alors une incapacité à arrêter un appareil de levage. Dans un tel cas, il est nécessaire de commuter les bobines ou les appareils des deux côtés. Dans le cas d'une détection d'un défaut à la terre simple par un appareil à surintensité, il est suffisant de commuter les bobines et les appareils d'un seul côté.

Méthode c) Lorsque le circuit de commande n'est pas alimenté par un transformateur de commande et est soit

1) directement raccordé entre les conducteurs de phase d'une alimentation mise à la terre; ou;
2) directement raccordé entre les conducteurs de phase ou entre un conducteur de phase et un conducteur neutre d'une alimentation non mise à la terre ou mise à la terre à travers une impédance élevée;

les interrupteurs de commande multipolaires qui coupent tous les conducteurs actifs sont utilisés pour la mise en MARCHE ou l'ARRET des fonctions de l'appareil de levage pouvant provoquer une situation dangereuse ou endommager l'appareil de levage dans le cas d'un démarrage fortuit ou d'un défaut d'arrêt ou, dans le cas de c) 2), un appareil de surveillance de l'isolement doit être prévu afin de couper automatiquement le circuit dans le cas d'un défaut à la terre.

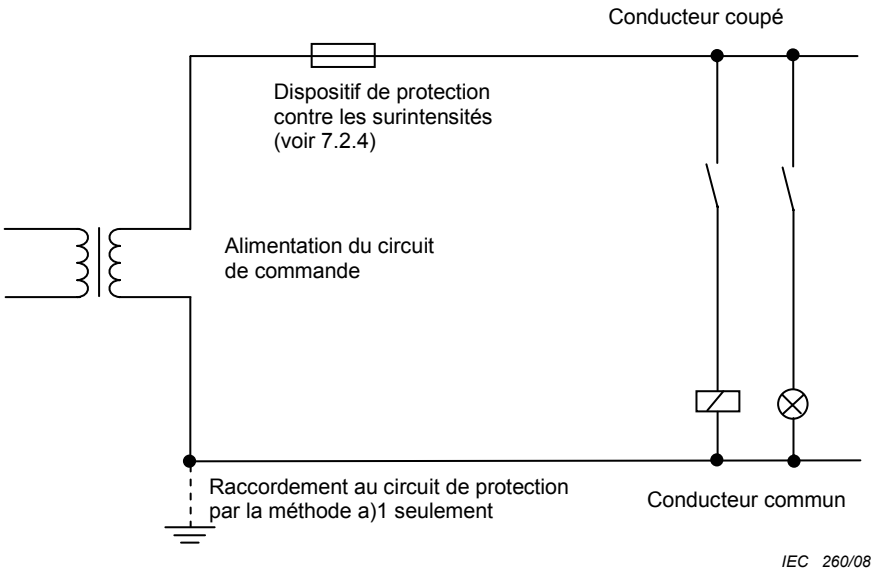


Figure 5 – Protection contre des manœuvres impropres dues à des défauts à la terre – Méthode a)

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

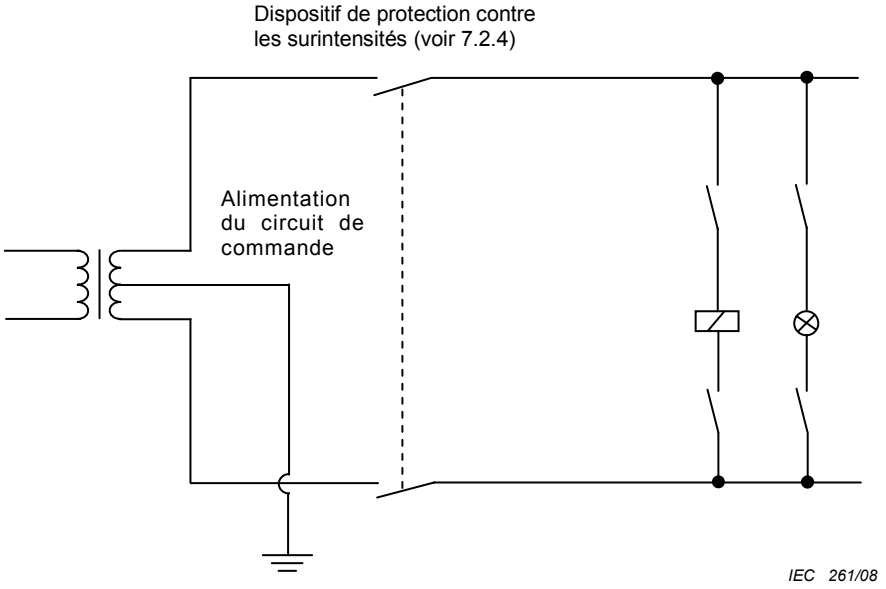


Figure 6 – Protection contre des manœuvres impropres dues à des défauts à la terre – Méthode b)

9.4.3.2 Interruptions de tension

Les exigences détaillées en 7.5 doivent être appliquées.

Quand le circuit de commande utilise un ou plusieurs dispositifs à mémoire, un fonctionnement correct doit être assuré en cas de défaillance de l'alimentation (par exemple en utilisant une mémoire non volatile) pour éviter une perte du contenu de la mémoire pouvant entraîner une situation dangereuse.

9.4.3.3 Perte de continuité de circuit

Lorsque la perte de continuité de circuits de commande relatifs à la sécurité, dépendant de contacts glissants, peut entraîner une situation dangereuse, des mesures appropriées doivent être prévues (par exemple duplication de contacts glissants).

9.4.4 Protection contre les dysfonctionnements des systèmes de commande de mouvement

Dans un système de commande de mouvement pour un (des) moteur(s) électrique(s), des variations inadmissibles de commande pouvant entraîner une condition dangereuse doivent être détectées automatiquement, la puissance du ou des moteurs doit être coupée (arrêt de catégorie 0) et le ou les freins mécaniques doivent être mis en action (voir 14.7).

Pour les actionneurs hydrauliques ou pneumatiques mus par des convertisseurs, les mouvements doivent être stoppés immédiatement en cas de rupture d'énergie du convertisseur.

Le déclenchement de toute fonction de protection interne d'un composant quelconque du système de commande de mouvement (par exemple surtension ou protection contre les surintensités des entraînements à vitesse variable, qui sont conçus pour protéger le dispositif lui-même) ne doit pas provoquer de perte de commande du mouvement ni de mouvements incontrôlés.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

10 Interface opérateur et appareils de commande montés sur l'appareil de levage

10.1 Généralités

10.1.1 Exigences générales pour les appareils

Cet article donne les exigences pour les appareils montés à l'extérieur ou partiellement à l'extérieur des enveloppes de commande.

Pour autant qu'il est possible, ces appareils doivent être choisis, montés, et identifiés ou codés conformément aux parties appropriées de la CEI 61310.

La possibilité d'une manœuvre fortuite doit être minimisée, par exemple, par le positionnement des appareils, par une conception adaptée, par la mise en œuvre de mesures de protection complémentaires. Il faut porter une attention particulière au choix, à la disposition, à la programmation et à l'utilisation des dispositifs d'interface opérateur tels qu'écrans tactiles, panneaux de clés et tableaux de clés, pour la commande des manœuvres dangereuses de l'appareil de levage. Voir la CEI 60447.

Des dispositifs de commande manuels à action directe sont admis uniquement pour des appareils de levage ne dépassant pas les valeurs assignées de 500 V en courant alternatif et de 7,5 kW. Ils doivent être protégés contre les contacts indirects conformément à 6.3.2.2 (voir aussi 9.1.1).

10.1.2 Emplacement et montage

Autant que possible, les appareils de commande montés sur l'appareil de levage doivent être

– facilement accessibles pour le fonctionnement et la maintenance;
– montés de façon à minimiser la possibilité de dommages dus à des activités telles que la manutention des matériaux.

Les organes de commande des appareils manœuvrés à la main doivent être choisis et installés de façon à

– ne pas se trouver à moins de 0,6 m, au-dessus du plancher de service et être aisément accessibles par l'opérateur lorsqu'il est dans sa position normale de travail;
– ne pas placer l'opérateur dans une situation dangereuse lors de leur manœuvre.

Les organes de commande des appareils manœuvrés au pied doivent être choisis et installés de façon à

– être aisément accessibles par l'opérateur lorsqu'il est dans sa position normale de travail;
– ne pas placer l'opérateur dans une situation dangereuse lors de leur manœuvre.

10.1.3 Protection

Le degré de protection (voir la CEI 60529) ainsi que les autres mesures adéquates doivent fournir une protection contre

– les effets des liquides, vapeurs, ou gaz agressifs qui se trouvent dans l'environnement physique, ou qui sont utilisés sur l'appareil de levage;
– l'entrée des corps étrangers polluants (par exemple de la poussière, des particules).

De plus, les appareils de commande de l'interface opérateur doivent présenter un degré minimal de protection contre le contact direct de IPXXD (voir CEI 60529).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

10.1.4 Capteurs de position

Les capteurs de position (par exemple fin de course, détecteur de proximité) doivent être disposés de telle façon qu'ils ne soient pas endommagés dans le cas de surcourse.

Les capteurs de position dans les circuits ayant des fonctions de commande relatives à la sécurité doivent être soit à manœuvre positive d'ouverture (voir la CEI 60947-5-1), soit présenter une fiabilité équivalente (voir 9.4.2).

NOTE Une fonction de commande relative à la sécurité est destinée à maintenir des conditions sûres pour l'appareil de levage ou à empêcher l'apparition de situations dangereuses sur l'appareil de levage.

10.1.5 Postes de commande portables et pendants

Les postes de commande opérateur portables et pendants et leurs appareils de commande doivent être choisis et disposés de façon à réduire les possibilités de fonctionnements fortuits de l'appareil de levage en raison de chocs ou de vibrations (par exemple si on laisse tomber le poste de commande opérateur ou si le poste de commande opérateur heurte un obstacle) (voir aussi 4.4.8).

Les postes de commande opérateur portables (équipement) doivent:

- Etre équipés de moyens réduisant la probabilité de chute accidentelle, par exemple une courroie ou une bretelle
- satisfaire aux essais suivants sans dommage visible ou fonctionnement incorrect:
  - essai chute libre selon la CEI 60068-2-32, Essai Ed
  - essai de choc selon la CEI 60068-2-27, Essai Ea

10.2 Boutons-poussoirs

10.2.1 Couleurs

Les organes de commande à bouton-poussoir doivent être conformes au code de couleur du Tableau 2 (voir aussi 9.2 et l'Annexe B informative).

Il est recommandé que les couleurs pour les organes de commande MARCHE/MISE SOUS TENSION soient le BLANC, le GRIS, le NOIR ou le VERT, avec une préférence pour le BLANC. Le ROUGE ne doit pas être utilisé.

La couleur ROUGE doit être utilisée pour les organes de commande d'arrêt d'urgence ou de coupure d'urgence.

Il est recommandé que les couleurs pour les organes de commande ARRÊT/MISE HORS TENSION soient le NOIR, le GRIS ou le BLANC, avec une préférence pour le NOIR. Le VERT ne doit pas être utilisé. Le ROUGE est admis, mais il est recommandé que le ROUGE ne soit pas utilisé à proximité d'un appareil de manœuvre d'urgence.

BLANC, GRIS et NOIR sont les couleurs préférées pour les organes de commande à bouton-poussoir qui agissent alternativement comme des boutons-poussoirs MARCHE/MISE SOUS TENSION et ARRÊT/MISE HORS TENSION. Les couleurs ROUGE, JAUNE ou VERTE ne doivent pas être utilisées (voir aussi 9.2.6).

BLANC, GRIS et NOIR sont les couleurs préférentielles pour les organes de commandes à bouton-poussoir qui provoquent le fonctionnement lorsqu'ils sont manœuvrés et cessent le fonctionnement lorsqu'ils sont relâchés (par exemple organes nécessitant une action maintenue). Les couleurs ROUGE, JAUNE et VERTE ne doivent pas être utilisées.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Les boutons-poussoirs pour le réarmement doivent être BLEUS, BLANCS, GRIS ou NOIRS. Lorsqu'ils servent aussi de bouton ARRÊT/MISE HORS TENSION, les couleurs BLANCHE, GRISE ou NOIRE sont préférées avec une grande préférence pour le NOIR. Le VERT ne doit pas être utilisé.

Lorsque la même couleur BLANC, GRIS ou NOIR est utilisée pour différentes fonctions (par exemple le BLANC pour les organes de commande MARCHE/MISE SOUS TENSION et pour les organes de commande ARRÊT/MISE HORS TENSION), des moyens complémentaires de codage (par exemple la forme, la position, le symbole) doivent être utilisés pour l'identification des organes de commande à bouton-poussoir.

Tableau 2 – Code de couleurs pour organes de commande à bouton-poussoir et leur signification

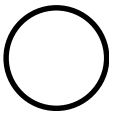
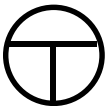
<table>
<tr><th>Couleur</th><th>Signification</th><th>Explication</th><th>Exemples d'application</th></tr>
<tr><td>ROUGE</td><td>Urgence</td><td>Action en cas de situation dangereuse ou d'urgence</td><td>Arrêt d'urgence
Initiation de la fonction d'urgence</td></tr>
<tr><td>JAUNE</td><td>Anormal</td><td>Actionner en cas de condition anormale</td><td>Intervention pour supprimer une condition anormale
Intervention pour remettre en route un cycle automatique interrompu</td></tr>
<tr><td>BLEU</td><td>Obligatoire</td><td>Actionner en cas de condition nécessitant une action obligatoire</td><td>Fonction de réarmement</td></tr>
<tr><td>VERT</td><td>Normal</td><td>Actionner pour initier des conditions normales</td><td></td></tr>
<tr><td>BLANC</td><td rowspan="3">Pas de signification particulière affectée</td><td rowspan="3">Pour l’initiation générale de fonctions, sauf l'arrêt d'urgence (voir note)</td><td>MARCHE/MISE SOUS TENSION (préférentielle)
ARRÊT/MISE HORS TENSION</td></tr>
<tr><td>GRIS</td><td>MARCHE/MISE SOUS TENSION
ARRÊT/MISE HORS TENSION</td></tr>
<tr><td>NOIR</td><td>MARCHE/MISE SOUS TENSION
ARRÊT/MISE HORS TENSION (préférentielle)</td></tr>
<tr><td colspan="4">NOTE Lorsqu'un moyen supplémentaire de codage (par exemple forme, position, texture) est utilisé pour l'identification des organes de commande à bouton-poussoir, la même couleur BLANC, GRIS ou NOIR peut être utilisée pour différentes fonctions (par exemple BLANC pour organes de commande MARCHE/MISE SOUS TENSION et pour organes de commande ARRÊT/MISE HORS TENSION).</td></tr>
</table>

10.2.2 Marquages

En plus de l'identification fonctionnelle décrite en 16.3, il est recommandé de marquer les boutons-poussoirs avec les symboles ci-dessous soit à côté, soit de préférence directement sur les organes de commande, avec les symboles illustrés au Tableau 3.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau 3 – Symboles pour boutons-poussoirs

MARCHE ou MISE SOUS TENSION	ARRÊT ou MISE HORS TENSION	Boutons-poussoirs agissant alternativement comme des boutons MARCHE ou ARRET et comme des boutons MISE SOUS TENSION ou MISE HORS TENSION	Boutons-poussoirs agissant comme des boutons MARCHE ou MISE SOUS TENSION lorsqu'ils sont pressés et ARRET ou MISE HORS TENSION lorsqu'ils sont relâchés (c'est-à-dire nécessitant une action maintenue)
CEI 60417-5007 (2002-10)	CEI 60417-5008 (2002-10) 	CEI 60417-5010 (2002-10)	CEI 60417-5011 (2002-10) 

10.3 Voyants lumineux de signalisation et dispositifs d'affichage

10.3.1 Généralités

Les voyants lumineux de signalisation et les dispositifs d'affichage servent à délivrer les types d'informations suivants.

– Indication: pour attirer l'attention de l'opérateur ou pour lui indiquer qu'il convient qu'une tâche déterminée soit exécutée. Les couleurs ROUGE, JAUNE, BLEUE et VERTE sont normalement utilisées dans ce mode; pour les voyants lumineux de signalisation et les dispositifs d'affichage clignotants, voir 10.3.3.
– Confirmation: pour confirmer un ordre, ou une condition, ou pour confirmer la fin d'un changement ou d'une période de transition. Les couleurs BLEUE et BLANCHE sont normalement utilisées dans ce mode et la couleur VERTE peut être utilisée dans certains cas.

Les voyants lumineux de signalisation et les dispositifs d'affichage doivent être choisis et installés de façon à être visibles par un opérateur dans la position normale de travail (voir aussi la CEI 61310-1).

Les circuits des voyants lumineux de signalisation utilisés pour les éclairages d'avertissement doivent être équipés de moyens permettant de vérifier le fonctionnement de ces éclairages.

10.3.2 Couleurs

Sauf accord contraire entre le fournisseur et l'utilisateur (voir Annexe B), les voyants lumineux de signalisation doivent suivre le code de couleurs, en fonction de la condition (l'état) de l'appareil de levage, conformément au Tableau 4.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau 4 – Couleurs des voyants lumineux de signalisation et leur signification suivant la condition de l'appareil de levage

Couleur	Signification	Explication	Action de l'opérateur
ROUGE	Urgence	Condition dangereuse	Action immédiate pour traiter la condition dangereuse (par exemple la coupure de l'alimentation de l'appareil de levage, étant alerté de la condition dangereuse)
JAUNE	Anormal	Condition anormale Emergence d'une condition critique	Surveillance et/ou intervention (par exemple en rétablissant la fonction prévue)
BLEU	Obligatoire	Indication d'une condition nécessitant une action de l'opérateur	Action obligatoire
VERT	Normal	Condition normale	Optionnel
BLANC	Neutre	Autres conditions: peut être utilisé si un doute subsiste sur l'usage des couleurs ROUGE, JAUNE, VERT et BLEU	Surveillance

Il est recommandé que les tours de signalisation sur les appareils de levage aient les couleurs applicables dans l'ordre suivant, du haut vers le bas: ROUGE, JAUNE, BLEU, VERT et BLANC.

10.3.3 Voyants lumineux et dispositifs d'affichage clignotants

Pour une distinction ou des informations supplémentaires et particulièrement pour attirer davantage l'attention, des voyants lumineux et dispositifs d'affichage clignotants peuvent être prévus pour les besoins suivants:

– attirer l'attention;
– exiger une action immédiate;
– indiquer une discordance entre l'ordre et l'état réel;
– indiquer un changement en cours (clignotement pendant la transition).

Il est recommandé d'utiliser des voyants lumineux ou dispositifs d'affichage clignotants à fréquence plus élevée pour les informations de priorité supérieure (voir la CEI 60073 pour les taux de clignotement et les rapports impulsion/pause recommandés).

Si des voyants lumineux ou dispositifs d'affichage clignotants sont utilisés pour fournir des informations de priorité plus élevée, il convient de fournir aussi des dispositifs d'alerte sonores.

10.4 Boutons-poussoirs lumineux

Les organes de commande à boutons-poussoirs lumineux doivent être colorés conformément aux codes de couleurs des Tableaux 2 et 4. En cas de difficultés pour assigner une couleur appropriée, le BLANC doit être utilisé. La couleur ROUGE pour l'organe de commande d'arrêt d'urgence ne doit pas dépendre de l'éclairage de son ampoule.

10.5 Appareils de commande rotatifs

Les appareils ayant une partie rotative tels que les potentiomètres et les commutateurs doivent disposer de moyens pour empêcher la rotation de la partie fixe. La friction seule ne doit pas être considérée comme suffisante.

10.6 Appareils de mise en marche

Les organes de commande utilisés pour produire une fonction de démarrage ou le mouvement d'éléments de l'appareil de levage (par exemple chariots) doivent être construits et montés de

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

façon à réduire les manœuvres intempestives. Cependant, des organes de commande du type champignon peuvent être utilisés pour la commande bimanuelle (voir aussi l'ISO 13851).

10.7 Appareils d'arrêt d'urgence

10.7.1 Emplacement des appareils d'arrêt d'urgence

Les appareils d'arrêt d'urgence doivent être facilement accessibles.

Les appareils d'arrêt d'urgence doivent être placés à chaque poste de commande opérateur et aux autres emplacements où l'initiation d'un arrêt d'urgence peut être demandée, par exemple à proximité de courroies non protégées (**exception**: voir 9.2.7.3).

Les appareils d'arrêt d'urgence non amovibles doivent être actifs à tout moment même si le poste de commande opérateur correspondant n'est pas actif.

Pour les appareils d'arrêt d'urgence amovibles (par exemple des postes de commande opérateur tels que des appareils en attente avec ensemble fiche-prise) des moyens doivent être prévus pour empêcher toute confusion que l'appareil d'arrêt d'urgence soit actif ou pas (par exemple une information pour l'utilisation, la conservation à l'état inactif des postes de commande opérateur à l'aide d'un cadenas et d'une clé).

Les dispositifs d'arrêt d'urgence doivent être aussi situés, si nécessaire, à l'extérieur de l'appareil de levage (par exemple commandé du sol dans le cas de grues surélevées).

La coupure de tous les mouvements d'actionneurs depuis le sol peut être omise pour les parties de l'appareil de levage pouvant entraîner des dangers autres qu'électriques; par exemple pour des ponts roulants, il peut être suffisant de stopper le mouvement du pont. De tels dispositifs peuvent être omis pour les grues mobiles au niveau du plancher.

10.7.2 Types d'appareils d'arrêt d'urgence

Les appareils pour arrêt d'urgence sont de type

– à interrupteur actionné par bouton-poussoir muni d'une tête du type coup de poing ou champignon;
– à interrupteur actionné par câble;
– à interrupteur à commande par pédale, sans garde mécanique.

Les appareils doivent être à manœuvre positive d'ouverture (voir la CEI 60947-5-1, Annexe K).

10.7.3 Couleur des organes de commande

Les organes de commande des appareils d'arrêt d'urgence doivent être de couleur ROUGE. S'il existe un fond immédiatement autour de l'organe de commande, alors ce fond doit être de couleur JAUNE. Voir aussi l'ISO 13850.

10.7.4 Manœuvre locale de l'interrupteur d'alimentation de grue et du sectionneur de grue pour effectuer un arrêt d'urgence

L'interrupteur d'alimentation de grue et/ou le sectionneur de grue peu(ven)t être manœuvré(s) en local pour réaliser la fonction d'arrêt d'urgence si

– il(s) est (sont) facilement accessible(s) pour l'opérateur; et
– il(s) est (sont) du type décrit en 5.3.2 a), b), c), ou d).

S'il(s) est (sont) aussi prévu(s) pour un tel usage, l'interrupteur d'alimentation de grue et/ou le sectionneur de grue doi(ven)t satisfaire aux exigences de couleur de 10.7.3.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE Ce dispositif n'est généralement pas situé au niveau du poste de commande opérateur, et il ne peut par conséquent pas être utilisé comme le seul dispositif d'arrêt d'urgence (voir 10.7.1 et 10.8.1.)

10.8 Appareils de coupure d'urgence

10.8.1 Emplacement des appareils de coupure d'urgence

Le dispositif doit pouvoir être mis en œuvre à partir d'un emplacement facilement accessible à proximité de l'appareil de levage, soit directement, soit à distance. Conformément à l'appréciation du risque, la mise en œuvre d'appareils de coupure d'urgence peut également être nécessaire pour d'autres emplacements dans lesquels des conducteurs actifs peuvent être exposés en service normal (voir aussi 9.2.5.4.3 et 12.7.1).

Normalement, ces appareils sont situés séparément des postes de commande opérateurs. Lorsqu'il est nécessaire de fournir un poste de commande avec un appareil d'arrêt d'urgence et un appareil de coupure d'urgence, des dispositions doivent être prévues pour éviter la confusion entre ces appareils.

NOTE Ceci peut être réalisé, par exemple, par la mise en place d'un déclencheur manuel à bris de glace comme appareil de coupure d'urgence.

10.8.2 Types d'appareils de coupure d'urgence

Les appareils de coupure d'urgence sont de type

– à interrupteur actionné par bouton-poussoir muni d'un actionneur avec une tête du type coup de poing ou champignon;
– à interrupteur actionné par câble.

Les appareils doivent être à manœuvre positive d'ouverture (voir la CEI 60947-5-1, Annexe K).

L'interrupteur actionné par bouton-poussoir peut avoir une enveloppe à bris de glace.

10.8.3 Couleur des organes de commande

Les organes de commande des appareils de coupure d'urgence doivent être de couleur ROUGE. S'il existe un fond immédiatement autour de l'organe de commande, alors ce fond doit être de couleur JAUNE.

Lorsqu'il peut y avoir confusion entre les appareils d'arrêt d'urgence et les appareils de coupure d'urgence, des moyens doivent être fournis pour minimiser la confusion.

10.8.4 Manœuvre locale de l'interrupteur d'alimentation de grue et du sectionneur de grue pour effectuer une coupure d'urgence

S'il est prévu de manœuvrer l'interrupteur d'alimentation de grue ou le sectionneur de grue en local pour effectuer une coupure d'urgence, il doit être facilement accessible et il convient qu'il satisfasse aux exigences de couleur de 10.8.3.

Le sectionneur de grue doit avoir un pouvoir de coupure suffisant s'il est utilisé pour la coupure d'urgence.

10.9 Dispositif de commande de validation

Si un dispositif de commande de validation est fourni en tant que partie d'un système, il doit signaler la commande de validation pour autoriser la manœuvre uniquement quand il est actionné dans une certaine position. Dans toute autre position, la manœuvre doit être arrêtée ou empêchée.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Les dispositifs de commande de validation doivent être choisis et disposés de façon à minimiser la possibilité de neutralisation.

Les dispositifs de commande de validation doivent être choisis avec les caractéristiques suivantes:

– être conçus selon des principes ergonomiques;
– pour un type à deux positions:
  – position 1: mise hors tension de l'interrupteur (l'organe de commande n'est pas manœuvré);
  – position 2: fonction de validation (l'organe de commande est manœuvré).
– pour un type à trois positions:
  – position 1: mise hors tension de l'interrupteur (l'organe de commande n'est pas manœuvré);
  – position 2: fonction de validation (l'organe de commande est manœuvré en position milieu);
  – position 3: mise hors tension (l'organe de commande est manœuvré au-delà de sa position milieu);
  – lors du retour de la position 3 à la position 2, la fonction de validation n'est pas activée.

NOTE La fonction de commande de validation est décrite en 9.2.6.3.

11 Appareillage de commande: emplacement, montage et enveloppes

11.1 Exigences générales

Tout appareillage de commande doit être situé et monté de façon à faciliter

– son accessibilité et sa maintenance;
– sa protection contre les influences externes ou conditions dans lesquelles il est destiné à fonctionner;
– le fonctionnement et la maintenance de l'appareil de levage et de son équipement associé.

11.2 Emplacement et montage

11.2.1 Accessibilité et maintenance

Tous les éléments de l'appareillage de commande doivent être placés et orientés de telle sorte qu'ils puissent être identifiés sans qu'il faille les déplacer ou déplacer le câblage. Il convient que la disposition des éléments nécessitant un contrôle pour un bon fonctionnement, ou susceptibles d'être remplacés, permette ces opérations sans démontage d'autres équipements ou parties de l'appareil de levage (à l'exception de l'ouverture des portes ou de l'enlèvement de capots, barrières ou obstacles). Les bornes non associées à l'appareillage de commande doivent aussi respecter ces exigences.

Tout appareillage de commande doit être monté de façon à faciliter son fonctionnement et sa maintenance depuis la face avant. Si un outil spécial est nécessaire pour régler, entretenir ou démonter un appareil, un tel outil doit être fourni. Quand un accès est nécessaire pour la maintenance ou le réglage habituel(le), les appareils appropriés doivent être situés entre 0,4 m et 2,0 m au-dessus du plancher de service. Il est recommandé que les bornes soient situées au moins à 0,2 m au-dessus du plancher de service et placées de manière à ce que les câbles et les conducteurs puissent leur être raccordés facilement.

Aucun équipement, excepté les appareils pour le fonctionnement, l'indication, la mesure et le refroidissement, ne doit être monté sur les portes ou couvercles d'accès normalement démontables des enveloppes. Quand des appareils de commande sont connectés par des systèmes embrochables, on doit rendre leur association évidente, par le type (forme), par le

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

marquage ou par la désignation de référence, par un de ces moyens ou une combinaison de ces moyens (voir 13.4.5).

Les appareils embrochables qui sont manipulés en fonctionnement normal doivent être équipés de détrompeurs, si l'absence de détrompeur peut conduire à un dysfonctionnement.

Les ensembles fiche-prise qui sont manipulés en fonctionnement normal doivent être situés et montés de telle sorte que leur accès soit dégagé.

Les points de contrôle pour le raccordement des appareils de mesure, s'ils existent, doivent être

– montés de telle sorte que leur accès soit dégagé;
– clairement identifiés de façon à correspondre avec la documentation (voir 17.3);
– convenablement isolés;
– suffisamment espacés.

11.2.2 Séparation physique et groupage

Les pièces et dispositifs non électriques, qui ne sont pas directement associés à un équipement électrique, ne doivent pas être installés dans des enveloppes contenant de l'appareillage de commande. Il convient de séparer les appareils tels que les électrovannes du reste de l'équipement électrique (par exemple dans un coffret séparé).

Les appareils de commande installés au même endroit et raccordés à la tension d'alimentation, ou à la fois aux tensions d'alimentation de puissance et de commande, doivent être groupés et séparés de ceux connectés aux seules tensions de commande.

Les bornes doivent être séparées par groupes pour

– les circuits de puissance;
– les circuits de commande associés;
– les autres circuits de commande, alimentés par des sources extérieures (par exemple pour le verrouillage).

Les groupes peuvent être montés adjacents, pourvu que chaque groupe puisse être aisément identifié (par exemple par des marquages, par des dimensions différentes, par des barrières ou par la couleur).

Lors de la mise en place d'appareils (y compris les liaisons), leurs distances d'isolement dans l'air et lignes de fuites spécifiées par le fournisseur doivent être maintenues, en tenant compte des influences externes ou des conditions de l'environnement physique.

11.2.3 Effets de la chaleur

Les composants générateurs de chaleur (par exemple puits de chaleur, résistances de puissance) doivent être installés de telle manière que la température de chaque composant situé à proximité reste dans les limites admises.

Les parties accessibles des matériels électriques doivent être conformes aux limites appropriées établies dans le Tableau 42A de la CEI 60364-4-42. Toutes les parties susceptibles d'atteindre des températures dépassant ces limites doivent être protégées de façon à empêcher tout contact accidentel ou marquées selon 16.2.2.

On doit porter attention à éviter tout échauffement excessif de l'environnement de l'appareil de levage (par exemple les résistances de freinage des entraînements à vitesse variable peuvent engendrer un danger d'incendie dans un environnement poussiéreux ou si l'appareil de levage est placé à proximité immédiate d'un matériau sensible).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE Par exemple, les résistances (de freinage) utilisées avec des entraînements à courant alternatif et à vitesse variable nécessitent généralement soit un signal d'avertissement, soit des mesures de protection.

11.3 Degrés de protection

La protection de l'appareillage de commande contre la pénétration des corps solides étrangers et des liquides doit être compatible avec les influences externes dans lesquelles l'appareil de levage est destiné à fonctionner (c'est-à-dire l'emplacement et les conditions d'environnement), et doit être suffisante contre la poussière et les liquides de refroidissement.

NOTE 1 Les exigences pour la protection contre les chocs électriques sont données à l'Article 6.

NOTE 2 Les degrés de protection contre la pénétration d'eau sont traités dans la CEI 60529. Des dispositions complémentaires peuvent être nécessaires contre la pénétration d'autres liquides.

Les enveloppes de l'appareillage de commande doivent offrir un degré de protection minimal de IP2X (voir la CEI 60529).

Exceptions:

a) Cas d'une zone de service électrique utilisée comme enveloppe de protection pour un degré approprié de protection contre la pénétration des corps solides et des liquides.

b) Cas des collecteurs démontables sur des systèmes de câbles conducteurs ou de barres conductrices, non conformes à IP2X, mais respectant les mesures de 6.2.5.

NOTE 2 Quelques exemples d'applications, avec le degré de protection habituellement fourni par leurs enveloppes, sont listés ci-dessous:

– Enveloppes ventilées, ne contenant que la résistance de démarrage du moteur et autres équipements de grandes dimensions	IP10
– Enveloppes ventilées contenant d'autres équipements	IP32
– Enveloppes d'usage industriel général	IP32, IP43 et IP54
– Enveloppes dans des locaux nettoyés au jet d'eau à basse pression	IP55
– Enveloppes procurant une protection contre les poussières fines	IP65
– Enveloppes contenant des assemblages glissants	IP2X

Selon les conditions de mise en œuvre, un autre degré de protection peut être approprié.

11.4 Enveloppes, portes et ouvertures

Les enveloppes doivent être réalisées en matériau apte à résister aux contraintes mécaniques, électriques et thermiques ainsi qu'aux effets de l'humidité et des autres facteurs environnementaux susceptibles d'être rencontrés en usage normal.

Il convient que les fermetures utilisées pour les portes et couvercles soient du type captif. Les fenêtres prévues pour lire les cadrans des appareils indicateurs installés à l'intérieur des enveloppes doivent être réalisées en matériau capable de résister aux contraintes mécaniques et aux produits chimiques (par exemple le verre trempé ou le polycarbonate d'épaisseur supérieure ou égale à 3 mm).

Il est recommandé que la largeur des portes des enveloppes ne dépasse pas 0,9 m et qu'elles soient munies de charnières verticales, avec un angle d'ouverture d'au moins 95°.

Les joints des portes, couvercles, capots et enveloppes doivent résister aux effets chimiques des liquides, vapeurs ou gaz agressifs, utilisés sur l'appareil de levage (voir Annexe B). Les moyens fournis pour maintenir le degré de protection d'une enveloppe au niveau des portes,

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

couvercles et capots qui nécessitent leur ouverture ou leur enlèvement en fonctionnement normal ou lors de la maintenance doivent

– être maintenus de façon sûre soit aux porte/couvercle, soit à l'enveloppe;
– ne pas être détériorés par enlèvement ou remplacement de la porte ou du couvercle, et ainsi altérer le degré de protection.

Lorsqu'il existe des ouvertures ménagées dans les enveloppes (par exemple, pour l'accès des câbles), y compris celles vers le sol ou l'assise, ou vers d'autres parties de l'appareil de levage, des moyens doivent être fournis pour assurer le degré de protection spécifié pour l'équipement. Les ouvertures destinées aux passages des câbles doivent pouvoir être facilement réouvertes sur le site. Une ouverture convenable peut être ménagée à la base des enveloppes situées dans l'appareil de levage, pour permettre à l'humidité due à la condensation de s'évacuer.

Il ne doit pas exister d'ouverture entre les enveloppes renfermant du matériel électrique et les boîtiers renfermant des liquides de refroidissement, des huiles de graissage ou des fluides hydrauliques, ou bien ceux à l'intérieur desquels de l'huile, d'autres liquides ou des poussières pourraient pénétrer. Cette prescription ne s'applique pas aux appareils électriques conçus spécialement pour fonctionner dans l'huile (tels que les embrayages électromagnétiques), ni à l'équipement électrique dans lesquels des liquides de refroidissement sont utilisés.

Lorsque des trous sont prévus dans une enveloppe en vue de sa fixation, il peut être nécessaire de prévoir des moyens pour assurer qu'après montage, les trous ne réduisent pas le degré de protection exigé.

Un matériel pouvant atteindre, en service normal ou non, une température de surface suffisante pour entraîner un risque d'incendie ou un dommage pour un matériau d'enveloppe doit

– être placé dans une enveloppe qui résistera, sans risque d'incendie ou de dommage, aux températures qui peuvent être atteintes; et
– être installé et placé à une distance suffisante des matériels adjacents, de façon à permettre une dissipation sûre de la chaleur (voir aussi 11.2.3); ou
– être protégé par un écran en matériau apte à résister, sans risque d'incendie ou de dommage, à la chaleur émise par le matériel.

NOTE Une étiquette d'avertissement conforme à 16.2.2 peut se révéler nécessaire.

11.5 Accès à l'appareillage de commande

11.5.1 Généralités

Les dimensions des passages pour la manœuvre et la maintenance le long et entre les ensembles d'appareillages doivent être suffisantes pour le fonctionnement en toute sécurité et la maintenance de l'équipement électrique. Les dimensions minimales sont définies dans les paragraphes 11.5.2 et 11.5.3.

Selon l'appréciation du risque, il n'est pas nécessaire que les enveloppes contenant uniquement des bornes et d'autres composants qui nécessitent une maintenance minimale (par exemple les résistances) soient conformes au présent paragraphe.

11.5.2 Accès aux passages

Les passages pour la manœuvre et la maintenance de longueur supérieure à 20 m doivent être accessibles à chaque extrémité. Pour des passages de longueur comprise entre 6 m et 20 m, l'accès à chaque extrémité est recommandé.

Les portes des passages et d'accès aux zones de fonctionnement électrique qui permettent facilement l'entrée complète d'une personne doivent

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– présenter une largeur d'au moins 0,7 m et une hauteur d'au moins 2,0 m;
– s'ouvrir à l'extérieur;
– disposer de moyens (par exemple fermetures anti-panique) pour permettre une ouverture de l'intérieur sans utilisation d'une clé ou d'un outil;
– avoir des distances d'isolement suffisantes pour s'ouvrir complètement.

11.5.3 Passages le long de l'appareillage de commande

La largeur libre le long des enveloppes de l'appareillage de commande doit être au moins égale à 0,6 m, et au moins égale à 0,4 m pour le passage des portes des enveloppes ouvertes, distance mesurée avec l'angle d'ouverture maximal de la porte.

Les enveloppes qui permettent facilement l'entrée complète d'une personne, par exemple pour une réinitialisation, un réglage ou un entretien, doivent avoir une largeur libre d'au moins 0,7 m et une hauteur libre d'au moins 2,0 m.

Dans les cas où

– l'équipement est susceptible d'être sous tension durant l'accès; et
– les parties conductrices sont exposées,

la largeur libre doit être égale à au moins 1,0 m. Dans les cas où de telles parties sont présentes sur les deux côtés du chemin d'accès, la largeur libre doit être égale à au moins 1,5 m.

11.5.4 Restrictions pour passages et portes

Si les dimensions des passages et/ou des portes doivent être réduites localement, par exemple dans les coffrages nécessaires pour la tenue, la hauteur libre peut être réduite au plus à 1,4 m et/ou la largeur libre au plus à 0,6 m en ces points.

NOTE Lorsque les mesures prévues pour la protection contre des contacts involontaires avec des parties actives le long des passages ne sont pas suffisantes pour les zones adjacentes à ces restrictions, des mesures supplémentaires pour la protection peuvent être exigées (voir 6.2).

12 Câbles et conducteurs

12.1 Exigences générales

Les conducteurs et câbles et doivent être choisis de telle sorte qu'ils conviennent aux conditions d'utilisation (par exemple tension, courant, protection contre les chocs électriques, groupement de câbles) et aux conditions d'influences externes (par exemple température ambiante, présence d'eau ou de substances corrosives, contraintes mécaniques (y compris les contraintes lors de l'installation), risque d'incendie) qui peuvent exister.

NOTE Des informations complémentaires sont données dans le document CENELEC HD 516 S2 « Guide d'emploi des câbles harmonisés à basse tension ».

Ces prescriptions ne s'appliquent pas au câblage intégré des ensembles, sous-ensembles et appareils fabriqués et essayés conformément aux normes CEI appropriées (par exemple la CEI 60439-1).

Si des câbles sont mis en œuvre sur des appareils de levage utilisés à l'extérieur (par exemple hors de bâtiments ou de structures), ils doivent être appropriés à cet usage (par exemple résistants aux UV et domaine de température approprié), ou être protégés de manière adéquate.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

12.2 Conducteurs

En général, les conducteurs doivent être en cuivre. Si des conducteurs en aluminium sont utilisés, la section doit être au moins de 16 mm².

Afin d'assurer la résistance mécanique appropriée, il convient que la section des conducteurs ne soit pas inférieure à celle indiquée dans le Tableau 5. Toutefois, les conducteurs de sections plus faibles ou de fabrications autres que celles indiquées au Tableau 5 peuvent être utilisés dans un équipement, sous réserve que la résistance mécanique adéquate soit réalisée par d'autres moyens et que le fonctionnement ne soit pas altéré.

Tableau 5 – Sections minimales des conducteurs en cuivre

		Type de conducteur, câble				
		Unifilaire		Multifilaire		
Emplacement	Application	Souple Classe 5 ou 6	Massif (classe 1) ou câblé (classe 2)	Deux conducteurs, blindé	Deux conducteurs, non blindé	Trois conducteurs ou plus, blindé ou non
Câblage à l'extérieur des enveloppes (de protection)	Circuits de puissance fixes	1,0	1,5	0,75	0,75	0,75
	Circuits de puissance sujets à de fréquents mouvements	1,0	-	0,75	0,75	0,75
	Circuits de commande	1,0	1,0	0,2	0,5	0,2
	Transfert de données	-	-	-	-	0,08
Câblage à l'intérieur des enveloppes[1]	Circuits de puissance (connexions non mobiles)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Circuits de commande	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Transfert de données	-	-	-	-	0,08
NOTE Toutes les sections sont en mm².						
[1] A l'exception des exigences particulières des normes individuelles; voir aussi 12.1.						

NOTE La classification des conducteurs est donnée au Tableau 6.

Tableau 6 – Classification des conducteurs

Classe	Description	Usage/application
1	Conducteurs massifs en cuivre ou en aluminium	Installations fixes
2	Conducteurs câblés en cuivre ou en aluminium	
5	Conducteurs câblés souples en cuivre	Installation de machines avec vibrations; liaison aux pièces mobiles
6	Conducteurs câblés souples en cuivre de souplesse supérieure à la classe 5	Mouvements fréquents
NOTE Dérivé de la CEI 60228.		

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Les conducteurs de classe 1 et de classe 2 sont principalement destinés à un usage entre des parties rigides et non mobiles, et ils peuvent aussi être utilisés s'il y a peu de flexion, à condition que leur section soit inférieure à 0,5 mm^2.

Tous les conducteurs qui sont soumis à de fréquents mouvements (par exemple un mouvement par heure de fonctionnement de la machine) doivent être à âme souple câblée de classe 5 ou 6.

12.3 Isolation

Les types d'isolation disponibles comprennent (de façon non limitative) ce qui suit:

– polychlorure de vinyle (PVC);
– caoutchouc naturel et synthétique;
– caoutchouc siliconé (SiR);
– minéral;
– polyéthylène réticulé (PR);
– éthylène propylène (EPR).

Si l'isolant des conducteurs et des câbles (par exemple PVC) peut induire des dangers dus à la propagation d'incendie ou à l'émission de fumées toxiques ou corrosives, il est recommandé de rechercher les conseils du fournisseur de câble. Il est essentiel d'apporter une attention particulière à l'intégrité d'un circuit présentant une fonction de commande relative à la sécurité.

L'isolation des câbles et conducteurs utilisés doit être adaptée pour une tension d'essai:

– non inférieure à 2 000 V en courant alternatif pendant 5 min pour des fonctionnements sous des tensions supérieures à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu, ou
– non inférieure à 500 V en courant alternatif pendant 5 min pour les circuits TBTP (voir la CEI 60364-4-41, matériels de classe III).

La résistance mécanique et l'épaisseur de l'isolant doivent être telles que l'isolant ne puisse pas être endommagé lors du fonctionnement ou durant le câblage, en particulier pour les câbles tirés dans des conduits.

NOTE Il convient de prendre en compte les effets de la forme d'onde de tension et de courant lors du choix des câbles, par exemple les entraînements à vitesse variable peuvent entraîner des contraintes de tension supplémentaires sur le câble du moteur (voir série CEI 61800).

12.4 Courant admissible en fonctionnement normal

Le courant admissible dépend de plusieurs facteurs, par exemple le matériau isolant, le nombre de conducteurs d'un câble, la conception (protection), les méthodes d'installation, le groupage et la température ambiante.

NOTE 1 Des informations détaillées et des recommandations complémentaires peuvent être trouvées dans la CEI 60364-5-52, dans certaines normes nationales, ou indiquées par le fabricant.

Un exemple typique de courants admissibles pour le câblage isolé au PVC entre des enveloppes et des éléments individuels d'un équipement dans des conditions de régime établi est donné au Tableau 7.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau 7 – Exemples de courants admissibles (I_Z) pour conducteurs ou câbles en cuivre isolés au PVC, en régime permanent, pour une température ambiante de +40 °C, pour différentes méthodes d'installation

	Méthode d'installation (voir C.1.2)			
	B1	**B2**	**C**	**E**
Section mm²	**Courant admissible I_z pour circuits triphasés** A			
0,75	8,6	8,5	9,8	10,4
1,0	10,3	10,1	11,7	12,4
1,5	13,5	13,1	15,2	16,1
2,5	18,3	17,4	21	22
4	24	23	28	30
6	31	30	36	37
10	44	40	50	52
16	59	54	66	70
25	77	70	84	88
35	96	86	104	110
50	117	103	125	133
70	149	130	160	171
95	180	156	194	207
120	208	179	225	240
Electronique (paires)				
0,20	Non applicable	4,3	4,4	4,4
0,5	Non applicable	7,5	7,5	7,8
0,75	Non applicable	9,0	9,5	10

NOTE 1 Les valeurs de courants admissibles du Tableau 7 sont basées sur

– un circuit triphasé symétrique pour des sections de 0,75 mm² et plus;

– une paire de circuits de commande pour des sections comprises entre 0,2 mm² et 0,75 mm².

Si quand des câbles/paires sont installés en nombre plus important, corriger les valeurs du Tableau 7 selon les Tableaux C.2 ou C.3 de l'Annexe C.

NOTE 2 Pour les températures ambiantes différentes de 40 °C, corriger le courant admissible en utilisant les valeurs données au Tableau C.1.

NOTE 3 Ces valeurs ne s'appliquent pas aux câbles souples enroulés sur des tambours (voir 12.6.3).

NOTE 4 Pour les courants admissibles d'autres câbles, voir la CEI 60364-5-52.

NOTE 2 Pour des applications particulières où le dimensionnement correct du conducteur peut dépendre de la relation entre la durée du cycle de fonctionnement et la constante de temps thermique du conducteur (par exemple le démarrage avec une charge à forte inertie, la charge intermittente), il est recommandé de consulter le fabricant de conducteurs. Il convient que le choix du conducteur en régime intermittent soit effectué conformément aux instructions du fabricant du conducteur. Si de telles informations ne sont pas disponibles, les critères présentés en Annexe D peuvent être utilisés.

12.5 Chute de tension

La chute de tension entre l'interrupteur d'alimentation de grue et les moteurs ou, dans le cas d'un moteur piloté par convertisseur à semi-conducteurs, l'amont du convertisseur, ne doit pas dépasser 5 % de la tension nominale dans les conditions normales de fonctionnement. Afin de

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

satisfaire à cette exigence, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser des conducteurs de section supérieure à celle déduite du Tableau 7.

NOTE En cas d'absence d'informations, la chute de tension peut être calculée à partir du courant de démarrage du mouvement le plus puissant associé avec le courant nominal du mouvement de puissance immédiatement supérieure. S'il y a plusieurs appareils de levage sur l'alimentation, un facteur approprié de simultanéité peut être utilisé.

12.6 Câbles souples

12.6.1 Généralités

Les câbles souples doivent avoir des conducteurs de classe 5 ou 6.

NOTE 1 Les conducteurs de classe 6 sont composés de brins de diamètre plus faible et sont plus souples que les conducteurs de classe 5 (voir Tableau 6).

Les câbles soumis à des conditions de service sévères doivent être appropriés pour être protégés contre

– l'abrasion due à des manipulations mécaniques et à des passages sur des surfaces rugueuses;
– le vrillage dû à un fonctionnement sans guides;
– les contraintes dues aux rouleaux de guidage et à un guidage forcé, quand ils sont enroulés et réenroulés sur des tambours de câbles.

NOTE 2 Les câbles utilisés dans ces conditions sont spécifiés dans les normes nationales correspondantes.

NOTE 3 La durée de vie du câble sera réduite si des conditions de fonctionnement défavorables telles que fortes contraintes en traction, petits rayons, pliures dans des plans différents et/ou cycles fréquents se juxtaposent.

12.6.2 Dimensionnement mécanique

Le système de manœuvre du câble de l'appareil de levage doit être conçu pour maintenir les contraintes de traction des conducteurs aussi faibles que possible durant le fonctionnement de l'appareil de levage. Si des conducteurs en cuivre sont utilisés, la contrainte de traction appliquée aux conducteurs ne doit pas dépasser 15 N/mm^2 par rapport à la section droite du cuivre. Si les sollicitations de l'application dépassent la limite de contrainte de tension de 15 N/mm^2, il est recommandé d'utiliser des câbles ayant des caractéristiques de construction spéciales et que la contrainte maximale admissible soit approuvée par le fabricant du câble.

La contrainte maximale appliquée aux conducteurs des câbles souples en matériau autre que le cuivre doit entrer dans la spécification du fabricant du câble.

NOTE Les conditions suivantes influent sur la contrainte de traction des conducteurs:
– les forces d'accélération;
– la vitesse du mouvement;
– le poids mort des câbles;
– la méthode de guidage;
– la conception du tambour de câbles.

12.6.3 Courant admissible des câbles enroulés sur des tambours

Les câbles à enrouler sur des tambours doivent être choisis avec des conducteurs de section telle que, lorsqu'ils sont complètement enroulés et alimentés sous la charge normale, la température maximale permise ne soit pas dépassée.

Lorsque des câbles de section circulaire sont disposés sur des tambours, il convient que le courant maximal admissible à l'air libre soit corrigé conformément au Tableau 8.

NOTE Le courant admissible des câbles à l'air libre peut être trouvé dans les spécifications des fabricants et dans les normes nationales correspondantes.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau 8 – Facteurs de réduction pour des câbles enroulés sur tambours

Type de tambour	Nombre de couches de câbles				
	Nombre quelconque	1	2	3	4
Cylindrique ventilé	–	0,85	0,65	0,45	0,35
Radial ventilé	0,85	–	–	–	–
Radial non ventilé	0,75	–	–	–	–

NOTE 1 Dans un tambour de type radial, les couches de câbles en spirale sont disposées entre des flancs très rapprochés; dans le cas de flancs pleins, le tambour est considéré comme non ventilé et si les flancs ont des ouïes suffisantes, il est considéré comme ventilé.

NOTE 2 Dans un tambour cylindrique ventilé, les couches de câbles sont disposées entre des flancs très espacés et le tambour et ses flancs disposent d'ouïes de ventilation.

NOTE 3 Il est recommandé d'examiner avec les fabricants du câble et du tambour la valeur du facteur de réduction. Cela peut conduire à choisir un autre facteur.

12.7 Câbles conducteurs, barres conductrices et assemblages glissants

12.7.1 Protection contre les contacts directs

Les câbles conducteurs, les barres conductrices et les assemblages glissants doivent être installés ou mis sous enveloppe de manière que, lors de l'accès normal à l'appareil de levage, par exemple par des passages le long d'une grue ou d'un pont roulant, la protection contre les contacts directs soit réalisée par l'application de l'une des mesures de protection suivantes:

– une protection par une isolation partielle des parties actives. Ceci est la mesure préférentielle;

– une protection à l'aide d'enveloppes ou de barrières avec un degré de protection minimal de IPXXB ou IP2X (voir la CEI 60364-4-41, Article A.2).

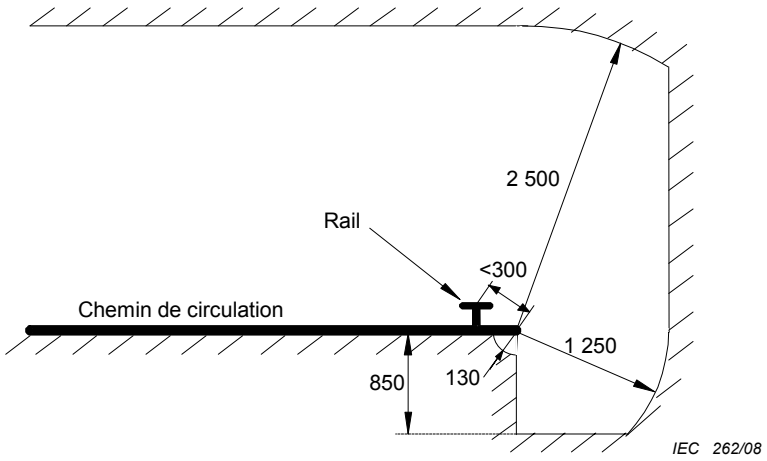
Les surfaces supérieures horizontales des barrières ou enveloppes qui sont facilement accessibles doivent procurer un degré de protection d'au moins IPXXD ou IP4X.

Si le degré de protection prescrit n'est pas réalisé, l'une des mesures de protection complémentaires suivantes doit être appliquée:

a) la protection par mise hors de portée des parties actives (voir la CEI 60364-4-41, Article B.3) combinée avec une coupure d'urgence, conformément à 9.2.5.4.3 ou, si cela n'est pas possible

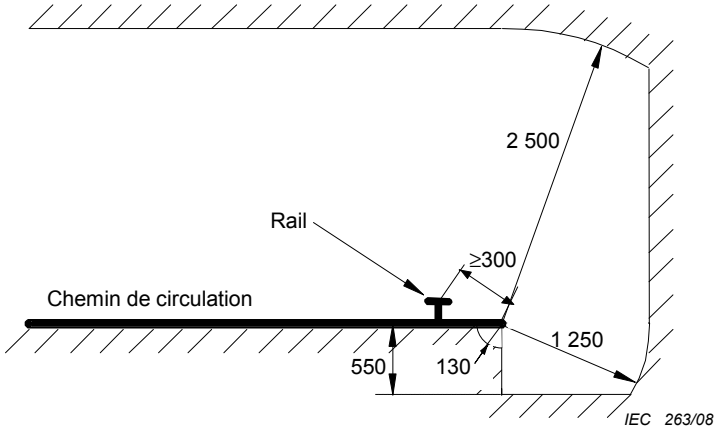
b) la protection par conformité aux limites (tirée de l'ISO 13852), indiquée aux Figures 7a ou 7b ou 7c. Cette mesure est destinée à être utilisée dans des zones où seules des personnes qualifiées ont accès et où des conditions particulières existent (par exemple zone chaude des aciéries ou dans des industries chimiques).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



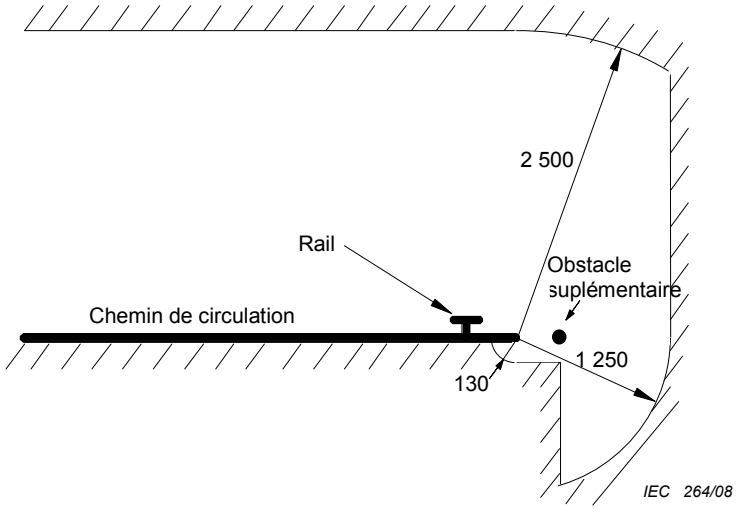
Dimensions en millimètres

Figure 7a – Volume d'accessibilité au toucher dans le cas d'une distance entre l'axe de rail de l'appareil de levage et le bord de la poutre de rive inférieure à 300 mm



Dimensions en millimètres

Figure 7b – Volume d'accessibilité au toucher dans le cas d'une distance entre l'axe de rail de l'appareil de levage et le bord de la poutre de rive supérieure ou égale à 300 mm



Dimensions en millimètres

Figure 7c – Volume d'accessibilité au toucher en cas d'emploi d'obstacles supplémentaires

Figure 7 – Volume d'accessibilité au toucher

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE Des exemples d'obstacles situés au-dessus de câbles conducteurs ou de barres conductrices non protégé(e)s sont des rambardes, des maillages.

Les câbles conducteurs et les barres conductrices doivent être placés et/ou protégés de manière à

– empêcher tout contact, particulièrement pour les câbles conducteurs et les barres conductrices non protégés, par des éléments conducteurs tels que des câbles de commande de sectionnement, des dispositifs de retenue et des chaînes d'entraînement;
– empêcher tout dommage dû à des charges suspendues.

Si le degré de protection requis pour les câbles conducteurs et les barres conductrices n'est pas obtenu (par exemple proches de collecteurs de courant), des mesures complémentaires doivent être prises (par exemple obstacles supplémentaires).

Si les circuits de sectionneurs de grue différents incorporent des câbles conducteurs, des barres conductrices ou des assemblages glissants, chaque sous-circuit doit être protégé contre les contacts directs avec un degré de protection au moins égal à IP2X ou IPXXB (voir CEI 60529).

12.7.2 Circuit des conducteurs de protection

Si des câbles conducteurs, des barres conductrices et des assemblages glissants font partie du circuit de protection, ils ne doivent pas être parcourus par des courants en fonctionnement normal. C'est pourquoi le conducteur de protection (PE) et le conducteur neutre (N) doivent utiliser des câbles conducteurs, des barres conductrices ou des assemblages glissants distincts. La continuité du circuit de protection utilisant des contacts glissants doit être assurée par des mesures appropriées (par exemple duplication du collecteur, surveillance permanente).

12.7.3 Collecteurs de courant du conducteur de protection

Les collecteurs de courant du conducteur de protection doivent présenter une forme ou structure telle qu'ils ne soient pas interchangeables avec les autres collecteurs de courant. Ces collecteurs doivent être du type à contact glissant.

12.7.4 Collecteurs de courant démontables avec fonction de sectionnement

Les collecteurs de courant démontables disposant d'une fonction de sectionnement doivent être conçus de telle manière que le circuit du conducteur de protection ne puisse être coupé qu'après coupure des conducteurs actifs et que le rétablissement de la continuité du circuit de protection se fasse avant la reconnexion de tout conducteur actif (voir aussi 8.2.4).

12.7.5 Distances d'isolement dans l'air

Les distances d'isolement dans l'air entre les conducteurs respectifs et entre les systèmes adjacents de câbles conducteurs, de barres conductrices et d'assemblages glissants et leurs collecteurs de courant correspondants doivent être appropriées au moins à une tension assignée de tenue aux chocs pour une catégorie III de surtension selon la CEI 60664-1.

12.7.6 Lignes de fuite

Les lignes de fuite entre les conducteurs respectifs et entre les systèmes adjacents de câbles conducteurs, de barres conductrices et d'assemblages glissants et leurs collecteurs de courant correspondants doivent être appropriées pour un fonctionnement dans l'environnement prévu (voir CEI 60664-1, 2.5).

NOTE Les équipements conçus pour fonctionner dans des conditions de degré de pollution 3 sont adaptés à la plupart des applications.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Dans le cas d'environnements particulièrement poussiéreux, humides ou corrosifs, les exigences suivantes s'appliquent pour les lignes de fuite:

– les câbles conducteurs, les barres conductrices et les assemblages glissants non protégés doivent comporter des isolateurs avec des lignes de fuite minimales de 60 mm;
– pour des câbles conducteurs sous fourreaux, des barres conductrices multipolaires isolées et des barres conductrices individuelles isolées, les lignes minimales de fuite doivent être de 30 mm.

Les recommandations du constructeur doivent être suivies en ce qui concerne les mesures particulières pour empêcher une diminution graduelle des valeurs d'isolement due à des conditions d'ambiance défavorables (par exemple de dépôts de poussière conductrice, attaque chimique).

12.7.7 Subdivision du système conducteur

Si des câbles conducteurs ou des barres conductrices sont mis en œuvre de manière qu'ils puissent être subdivisés en sections isolées, des mesures de conception appropriées doivent être prises afin d'empêcher la mise sous tension des sections adjacentes par les collecteurs de courant eux-mêmes.

12.7.8 Construction et installation des systèmes à câbles conducteurs, à barres conductrices et des assemblages glissants

Les câbles conducteurs, les barres conductrices et les assemblages glissants des circuits de puissance doivent être groupés séparément de ceux des circuits de commande.

Les câbles conducteurs, les barres conductrices et les assemblages glissants doivent résister sans dommages aux contraintes mécaniques et thermiques des courants de court-circuit.

Les couvercles démontables des systèmes de câbles conducteurs et de barres conductrices sous le sol ou le plancher doivent être conçus pour ne pas pouvoir être ouverts par une personne sans l'aide d'un outil.

Si des barres conductrices sont installées dans une enveloppe métallique commune, les sections individuelles de l'enveloppe doivent être reliées entre elles et mises à la terre en plusieurs endroits en fonction de leur longueur. Les couvercles métalliques des barres conductrices situés sous le sol ou le plancher doivent être aussi reliés entre eux et mis à la terre.

NOTE Pour la liaison de protection à la fois des couvercles ou plaques de recouvrement des enveloppes métalliques ou conduits sous plancher, la continuité assurée par les gonds métalliques est considérée suffisante.

Les conduits des barres conductrices enterrées ou sous plancher doivent être drainés.

13 Pratiques du câblage

13.1 Raccordement et cheminement

13.1.1 Exigences générales

Tous les raccordements, en particulier ceux du circuit de protection, doivent être protégés contre un desserrage accidentel.

Les moyens de raccordement doivent être adaptés à la section et à la nature des conducteurs à raccorder.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Le raccordement de deux conducteurs ou plus à une borne de raccordement n'est admis que si la borne est conçue à cet effet. Cependant, un seul conducteur de protection doit être raccordé à une borne de raccordement.

Les connexions soudées ne doivent être admises que sur les bornes prévues à cet effet.

Les bornes sur les blocs de jonction doivent être clairement repérées afin de correspondre aux indications des schémas.

Lorsqu'un raccordement électrique incorrect (par exemple, résultant du remplacement d'appareils) peut être une source de risque et qu'il n'est pas aisé de réduire la possibilité de raccordement incorrect par des mesures de conception, les conducteurs et/ou les terminaisons doivent être identifiés selon 13.2.1.

L'installation de conduits souples et de câbles souples doit être telle que les liquides doivent s'écouler à l'extérieur à partir des accessoires.

Des moyens de rétention des brins de conducteur doivent être prévus pour raccorder des conducteurs à des dispositifs ou à des bornes ne comportant pas cette possibilité. La soudure ne doit pas être utilisée pour cet usage.

Les extrémités des conducteurs blindés doivent être préparées de façon à éviter un effilochage des brins et permettre un débranchement facile.

Les étiquettes pour le repérage doivent être lisibles, inamovibles et résistantes aux conditions d'environnement.

Les blocs de jonction doivent être raccordés et montés de telle façon que les câblages internes et externes ne dépassent pas les bornes.

13.1.2 Cheminement des conducteurs et des câbles

Les conducteurs et les câbles doivent cheminer d'une borne à l'autre sans épissures ni raccordements. Les connexions utilisant des ensembles fiche/prise avec une protection adaptée contre les déconnexions accidentelles ne sont pas considérées comme des connexions dans le cadre de ce paragraphe.

Exceptions: S'il n'est pas possible de prévoir des bornes dans des boîtes de jonction (par exemple sur les appareils de levage disposant de longs câbles souples, les connexions de câbles dépassant une longueur qui ne peut dans la pratique être fournie par le fabricant de câbles sur un enrouleur de câble, la réparation du câble en raison de contraintes mécaniques durant l'installation et la mise en œuvre), des épissures et des raccordements peuvent être utilisés.

Lorsqu'il est nécessaire de raccorder et de débrancher des câbles et des ensembles de câbles, une longueur supplémentaire suffisante doit être prévue pour cet usage.

Les extrémités de câbles doivent disposer d'un support suffisant pour éviter les contraintes mécaniques aux extrémités des conducteurs.

Chaque fois que possible, le conducteur de protection doit être placé à proximité des conducteurs actifs correspondants de façon à diminuer l'impédance de boucle.

13.1.3 Conducteurs appartenant à des circuits différents

Des conducteurs appartenant à des circuits différents peuvent être posés côte à côte, ou peuvent faire partie de la même canalisation (par exemple conduit, système de goulottes) ou du même câble multiconducteur lorsque ces dispositions ne sont pas de nature à nuire au

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

fonctionnement correct des circuits respectifs. Lorsque ces circuits fonctionnent sous des tensions différentes, les conducteurs doivent être séparés par des barrières adéquates ou isolés pour la tension la plus élevée à laquelle peut être soumis n'importe quel conducteur de la canalisation, par exemple la tension entre phases pour les systèmes non mis à la terre et la tension phase-terre pour les systèmes mis à la terre.

13.1.4 Raccordement entre le détecteur et le convertisseur détecteur d'un système d'alimentation à induction

Le câble entre le détecteur et le convertisseur détecteur du système d'alimentation à induction doit être

– tel que spécifié par le fabricant du système d'alimentation;
– de longueur aussi faible que possible;
– convenablement protégé contre les dommages mécaniques.

NOTE La sortie du détecteur peut être une source de courant, c'est pourquoi le dommage sur un câble peut entraîner un danger de haute tension.

13.2 Identification des conducteurs

13.2.1 Exigences générales

Chaque conducteur doit être identifiable à chacune de ses extrémités, conformément à la documentation technique (voir Article 17).

Il est recommandé (par exemple pour faciliter la maintenance) que les conducteurs soient identifiés par un chiffre, un caractère alphanumérique, une couleur (pleine ou avec une ou plusieurs bandes), ou une combinaison de couleur et de chiffres ou de caractères alphanumériques. Si des chiffres sont utilisés, ils doivent être arabes; les lettres doivent être romaines (qu'elles soient majuscules ou minuscules).

NOTE L'Annexe B informative peut être utilisée pour un accord entre fournisseur et utilisateur relatif à une méthode préférentielle d'identification.

13.2.2 Identification du conducteur de protection

Le conducteur de protection doit pouvoir être facilement distingué par sa forme, son emplacement, son marquage ou sa couleur. Lorsque seule l'identification par la couleur est utilisée, la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE doit être utilisée sur toute la longueur du conducteur. Cette couleur d'identification est strictement réservée au conducteur de protection.

Pour les conducteurs isolés, la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE doit être telle que, sur toute longueur de 15 mm, une des couleurs couvre au moins 30 % et au plus 70 % de la surface du conducteur, l'autre couleur couvrant le reste de la surface.

Lorsque le conducteur de protection peut être aisément identifié par sa forme, son emplacement ou sa construction (par exemple conducteur tressé et/ou conducteur câblé nu), ou lorsque le conducteur isolé n'est pas facilement accessible, le codage par la couleur sur toute la longueur n'est pas nécessaire, mais les extrémités ou les parties accessibles doivent être clairement repérées par le symbole graphique 5019 de la CEI 60417:(2002-10) ou par la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE.

13.2.3 Identification du conducteur neutre

Lorsque le circuit comprend un conducteur neutre, identifié par la couleur seule, la couleur utilisée pour ce conducteur doit être le BLEU. Pour éviter la confusion avec d'autres couleurs, il est recommandé qu'un bleu non saturé soit utilisé, appelé ici "bleu clair" (voir 3.2.2 de la CEI 60446). Si la couleur choisie est la seule identification du conducteur neutre, cette couleur ne doit pas être utilisée pour identifier un autre conducteur si la confusion est possible.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Lorsque l'identification par la couleur est utilisée, les conducteurs nus utilisés comme conducteurs neutres doivent être soit colorés par une bande, de 15 mm à 100 mm de large dans chaque boîtier ou équipement et sur chaque emplacement accessible, soit colorés sur toute leur longueur.

13.2.4 Identification par la couleur

Si le code de couleurs est utilisé pour l'identification des conducteurs (autres que le conducteur de protection (voir 13.2.2) et le conducteur neutre (voir 13.2.3)), les couleurs suivantes peuvent être utilisées:

NOIR, BRUN, ROUGE, ORANGE, JAUNE, VERT, BLEU (y compris BLEU CLAIR), VIOLET, GRIS, BLANC, ROSE, TURQUOISE.

NOTE Cette liste est tirée de la CEI 60757.

Lorsqu'une couleur est utilisée comme moyen d'identification, il est recommandé d'utiliser cette couleur sur toute la longueur du conducteur, soit par la couleur de l'isolant, soit avec des marques de couleur à intervalles réguliers et aux extrémités des conducteurs ou emplacements accessibles.

Pour des raisons de sécurité, il est recommandé de ne pas utiliser la couleur VERTE ou la couleur JAUNE s'il y a possibilité de confusion avec la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE (voir 13.2.2).

L'identification par couleur avec des combinaisons des couleurs citées ci-dessus peut être utilisée sous réserve qu'il n'y ait pas de possibilité de confusion et si le VERT ou le JAUNE ne sont pas utilisés, à l'exception de la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE.

Si le code de couleurs est utilisé pour l'identification des conducteurs, les couleurs suivantes sont recommandées:

– NOIR: circuits d'alimentation en courant alternatif et en courant continu;
– ROUGE: circuits de commande en courant alternatif;
– BLEU: circuits de commande en courant continu;
– ORANGE: circuits spéciaux, selon 5.3.8.

Par rapport à ce qui précède, les dérogations suivantes sont permises:

– lorsque l'isolant utilisé n'est pas disponible dans les couleurs recommandées;
– lorsqu'un câble multiconducteurs est utilisé, sauf pour la combinaison bicolore VERT-ET-JAUNE.

13.3 Câblage à l'intérieur des enveloppes

Les conducteurs à l'intérieur des enveloppes doivent, si nécessaire, être maintenus en place par fixation. Les canalisations non métalliques ne doivent être autorisées que si elles sont réalisées en matériaux non propagateurs de la flamme (voir la série CEI 60332).

Il est recommandé que l'équipement électrique monté à l'intérieur des enveloppes soit conçu et construit de manière à permettre des modifications de câblage à partir de la face avant de l'enveloppe (voir aussi 11.2.1). Lorsque cela n'est pas possible, et lorsque les appareils de commande sont raccordés en fond d'enveloppe, des portes d'accès ou des panneaux pivotants doivent être prévus.

Les raccordements aux appareils montés sur les portes, ou sur d'autres parties amovibles doivent être réalisés avec des conducteurs souples conformes à 12.2 et 12.6, pour permettre un mouvement fréquent de ces éléments. Les conducteurs doivent être fixés aux parties fixes

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

et aux parties mobiles, indépendamment des raccordements électriques (voir également 8.2.3 et 11.2.1).

Les conducteurs et les câbles qui ne cheminent pas dans des canalisations doivent être maintenus correctement.

Des blocs de jonction ou des ensembles fiche/prise doivent être utilisés pour le câblage de commande qui se prolonge au-delà de l'enveloppe. Pour les ensembles fiche-prise, voir aussi 13.4.5 et 13.4.6.

Les câbles de puissance et les câbles des circuits de mesure peuvent être raccordés directement aux bornes des appareils pour lesquels le raccordement a été prévu.

13.4 Câblage à l'extérieur des enveloppes

13.4.1 Exigences générales

Les dispositifs prévus pour le passage de câbles ou de canalisations et leurs propres presse-étoupes, manchons, etc. à l'intérieur d'une enveloppe doivent être tels que le degré de protection de l'enveloppe ne soit pas réduit (voir 11.3).

13.4.2 Canalisations externes

Les conducteurs et leurs raccordements externes à l'enveloppe ou aux enveloppes du matériel électrique doivent être placés dans des canalisations adéquates (c'est-à-dire des conduits ou des systèmes de goulottes) comme décrit en 13.5, excepté pour les câbles convenablement protégés qui peuvent être installés sans canalisation, et en utilisant, ou pas, des chemins de câbles ou des supports de câbles. Lorsque des appareils tels que des interrupteurs de position ou interrupteurs de proximité sont fournis avec un câble dédié, il n'est pas nécessaire que leurs câbles soient enfermés dans une canalisation s'ils sont prévus pour cet usage, de longueur suffisamment faible, et placés ou protégés de façon que le risque de dommage soit minimisé.

Les accessoires utilisés avec des canalisations ou des câbles multiconducteurs doivent être adaptés aux conditions d'environnement.

Un conduit souple ou un câble multiconducteur souple doit être utilisé s'il est nécessaire d'utiliser des raccordements souples aux boîtes pendantes à boutons-poussoirs. Le poids des boîtes pendantes doit être supporté par des moyens autres que le conduit souple ou le câble multiconducteur souple, sauf si le conduit ou le câble est spécialement conçu pour cet usage.

Un conduit métallique souple ou un câble multiconducteur souple doit être utilisé pour des liaisons impliquant des déplacements faibles et peu fréquents. Il doit aussi leur être permis d'achever le raccordement à des moteurs normalement fixes, à des fins de course, et à d'autres dispositifs montés à l'extérieur.

13.4.3 Raccordement à l'appareil de levage et à ses éléments mobiles

Les raccordements aux éléments mobiles et à l'appareil de levage où ils sont destinés à être déplacés doivent être réalisés à l'aide de conducteurs conformes à 12.2 et 12.6, en tenant compte de la fréquence prévue des mouvements. Le câble et le conduit souples doivent être installés de façon à éviter des flexions et des contraintes excessives, en particulier au niveau de leurs accessoires d'extrémité.

Les câbles soumis à mouvement doivent être fixés de telle façon qu'il n'y ait pas de contraintes mécaniques ou de flexions importantes aux points de raccordement. Lorsque cela est réalisé par la mise en place d'une boucle, les câbles doivent avoir une longueur suffisante pour prévoir un rayon de courbure d'au moins 10 fois le diamètre des câbles.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Les câbles souples des appareils de levage doivent être installés ou protégés en vue de réduire la possibilité de dommages externes dus aux facteurs comprenant les utilisations suivantes de câbles ou les abus potentiels:

– le passage de l'appareil de levage sur ces câbles;
– le passage de véhicules ou d'autres appareils de levage sur ces câbles;
– la mise en contact avec la structure de l'appareil de levage durant des mouvements;
– le cheminement en entrée et en sortie des guides, ou des tambours de câble;
– les forces d'accélération ou les forces dues au vent sur les systèmes de guirlande ou les câbles suspendus;
– défaut d'alignement des systèmes à chaîne
– le frottement excessif sur le collecteur de câble;
– l'exposition à une chaleur rayonnée excessive.

La gaine du câble doit résister à l'usure normale qui peut résulter du déplacement et de l'effet des agents polluants dans l'environnement (par exemple huile, eau, liquides de refroidissement, poussière).

Lorsque les câbles soumis au déplacement sont proches des parties mobiles, des précautions doivent être prises pour qu'un espace d'au moins 25 mm soit conservé entre les parties mobiles et les câbles. Lorsque cette distance n'est pas réalisable, des barrières fixes doivent être prévues entre les câbles et les parties mobiles.

Le système de mise en œuvre du câble doit être conçu pour que les angles latéraux des câbles ne dépassent pas 5° pour éviter une torsion dans le câble lors:

– du déroulement et de l'enroulement des tambours de câble; et
– de l'approche ou de l'éloignement des dispositifs de guidage de câble.

Des mesures doivent être prises pour qu'au minimum deux tours de câbles souples restent toujours sur le tambour.

Les dispositifs guidant et supportant les câbles souples doivent être conçus de manière à ce que le rayon de courbure interne, en tous points où les câbles sont susceptibles de pliure, ne soit pas inférieur aux valeurs données dans le Tableau 9, sauf accord avec le fabricant du câble, prenant en compte les tensions admises et la durée de vie attendues.

Tableau 9 – Rayon minimal de courbure permis pour le guidage forcé de câbles souples

Application	**Diamètre du câble ou épaisseur du câble plat (*d*)** mm		
	$d \leq 8$	$8 < d \leq 20$	$d > 20$
Tambours de câbles	6 *d*	6 *d*	8 *d*
Rouleaux de guidage	6 *d*	8 *d*	8 *d*
Guirlandes	6 *d*	6 *d*	8 *d*
Autres	6 *d*	6 *d*	8 *d*

La partie droite entre deux courbures doit être de longueur égale au minimum à 20 fois le diamètre du câble. Lorsqu'un conduit souple est adjacent à des parties mobiles, la construction et les moyens de fixation doivent éviter d'endommager le conduit souple dans toutes les conditions de fonctionnement.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Les conduits souples ne doivent pas être utilisés dans le cas de mouvements rapides ou fréquents, sauf s'ils sont spécialement conçus pour cet emploi.

13.4.4 Raccordement des dispositifs à l'appareil de levage

Lorsque plusieurs appareils de connexion montés sur un appareil de levage (par exemple capteurs de position, boutons-poussoirs) sont raccordés en série ou en parallèle, il est recommandé que les connexions entre ces appareils soient réalisées sur des bornes formant des points de contrôle intermédiaires. Ces bornes doivent être placées de façon appropriée, protégées convenablement et indiquées sur les schémas correspondants.

13.4.5 Ensembles fiche-prise

Lorsque des ensembles fiche-prise sont prévus, ils doivent satisfaire à une ou plusieurs des exigences suivantes pour autant qu'applicables.

Exceptions: Les exigences suivantes ne s'appliquent pas aux composants ou appareils à l'intérieur d'une enveloppe, raccordés à des ensembles fiche-prise fixes (sans câble souple), ou aux composants raccordés à un système de bus par un ensemble fiche-prise.

a) Lorsqu'ils sont correctement installés selon f), les ensembles fiche-prise doivent être d'un type tel qu'ils empêchent à tout moment un contact fortuit avec des parties actives, y compris pendant l'insertion ou le retrait des prises mobiles. Le degré de protection doit être au moins égal à IPXXB. Les circuits TBTP ne sont pas concernés par cette exigence.

b) Ils doivent avoir un contact de protection premier fermé dernier ouvert (contact de mise à la terre) (voir aussi 6.3, 8.2.4) en cas d'utilisation dans les schémas TN ou TT.

c) Les ensembles fiche-prise destinés à être raccordés ou débranchés en charge doivent avoir un pouvoir de coupure en charge suffisant. Si l'ensemble fiche-prise est calibré pour 32 A ou plus, il doit être interverrouillé avec un appareil de connexion, de telle sorte que le raccordement et le débranchement ne soient possibles que si l'appareil de connexion est dans la position HORS TENSION.

d) Les ensembles fiche-prise calibrés pour plus de 16 A doivent être équipés de dispositifs de retenue pour empêcher un débranchement fortuit ou accidentel.

e) Si le débranchement fortuit ou accidentel d'ensembles fiche-prise peut entraîner une situation dangereuse, ils doivent alors être équipés d'un dispositif de retenue.

L'installation d'ensembles fiche-prise doit satisfaire aux exigences suivantes pour autant qu'applicables.

f) Le composant qui reste sous tension après le débranchement doit fournir un degré de protection d'au moins IP2X ou IPXXB, en prenant en compte les distances d'isolement et les lignes de fuite prescrites. Les circuits TBTP ne sont pas concernés par cette exigence.

g) Les enveloppes métalliques des ensembles fiche-prise doivent être raccordées au circuit de protection. Les circuits TBTP ne sont pas concernés par cette exigence.

h) Les ensembles fiche-prise destinés à être parcourus par des fortes puissances mais non prévus pour être débranchés en charge doivent avoir des dispositifs de retenue pour empêcher le débranchement fortuit ou accidentel et doivent être clairement identifiés de façon qu'ils ne soient pas prévus pour être débranchés en charge.

i) Lorsque plusieurs ensembles fiche-prise sont prévus dans le même équipement électrique, les combinaisons associées doivent être clairement identifiables. Il est recommandé d'utiliser un détrompage mécanique afin d'éviter une insertion incorrecte.

j) Les ensembles fiche-prise utilisés dans les circuits de commande doivent satisfaire aux exigences applicables de la CEI 61984. **Exception:** voir le point k).

k) Les ensembles fiche-prise destinés à des usages domestiques et analogues ne doivent pas être utilisés dans les circuits de commande. Dans les ensembles fiche-prise selon la CEI 60309-1, seuls les contacts prévus pour les circuits de commande doivent être utilisés à cette fin.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Exceptions: Les exigences du point k) ne s'appliquent pas aux fonctions de commande utilisant des signaux haute fréquence sur l'alimentation.

13.4.6 Démontage pour le transport

Lorsqu'il est nécessaire que le câblage soit déconnecté pour le transport, on doit prévoir des bornes ou des ensembles fiche-prise aux points de raccordements. Ces bornes doivent être munies d'enveloppes appropriées et les ensembles fiche-prise doivent être protégés de l'environnement lors du transport et du stockage.

13.4.7 Conducteurs supplémentaires

Il convient de porter attention à la fourniture de conducteurs supplémentaires pour la maintenance et la réparation. Lorsque des conducteurs de réserve sont prévus, ils doivent être raccordés à des bornes de réserve, ou isolés de façon à empêcher tout contact avec les parties actives.

13.5 Canalisations, boîtes de raccordement et autres boîtiers

13.5.1 Exigences générales

Les canalisations doivent assurer un degré de protection adapté à l'application (voir la CEI 60529).

Toute arête vive, éclat, bavure, surface rugueuse, ou filetage avec lequel (laquelle) l'isolant des conducteurs peut entrer en contact doit être enlevé(e) des canalisations et des accessoires. Si nécessaire, des protections supplémentaires telles que des matériaux isolants non propagateurs de flamme ou résistant à l'huile doivent être prévues pour protéger l'isolant du conducteur.

Des trous d'évacuation de 6 mm de diamètre sont admis dans les systèmes de goulottes, les boîtes de jonction ou autres boîtes utilisées pour le câblage et susceptibles d'accumuler de l'huile ou de l'humidité.

Afin d'éviter une confusion entre les conduits électriques et ceux d'huile, d'air ou d'eau, il est recommandé que les conduits soient physiquement séparés ou clairement identifiés.

Les canalisations et les chemins de câbles doivent être fixés de façon rigide, et placés à une distance suffisante des parties mobiles, de manière à réduire les possibilités de détérioration ou d'usure. Dans les endroits où un passage humain est exigé, les canalisations et les chemins de câbles doivent être montés de manière à donner au moins les distances d'isolement spécifiées en 11.5.

Les canalisations doivent être prévues seulement pour la protection mécanique (voir 8.2.3 pour les exigences de raccordement au circuit de protection).

Il est recommandé que les chemins de câbles partiellement recouverts ne soient pas considérés comme des canalisations ou des systèmes de goulottes (voir 13.5.6), et les câbles utilisés doivent être d'un type approprié à une installation avec ou sans utilisation de chemins de câbles ouverts ou de supports de câbles.

13.5.2 Taux de remplissage des canalisations

Il convient que le taux de remplissage des canalisations soit basé sur la rectitude et la longueur de la canalisation ainsi que la souplesse des conducteurs. Il est recommandé que les dimensions et les dispositions des canalisations permettent une mise en place aisée des conducteurs et des câbles.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

13.5.3 Conduit métallique rigide et accessoires

Un conduit métallique rigide et ses accessoires doivent être en acier galvanisé ou en matériau résistant à la corrosion, adapté aux conditions d'utilisation. Il est recommandé d'éviter l'usage de métaux non similaires, dont le contact peut entraîner une action galvanique.

Les conduits doivent être maintenus en place de façon sûre et supportés à chacune de leurs extrémités.

Les accessoires doivent être compatibles avec le conduit et adaptés à l'application. Ils doivent être filetés, à moins que des difficultés de structure n'empêchent ce mode d'assemblage. Lorsque des accessoires sans filetage sont utilisés, le conduit doit être fixé à l'équipement de façon sûre.

Les courbures des conduits doivent être réalisées de façon que les conduits ne soient pas endommagés et que le diamètre interne ne soit pas diminué de façon significative.

13.5.4 Conduit métallique souple et accessoires

Un conduit métallique souple doit consister en un tubage, ou en une armature de fil tissé, en métal souple. Il doit convenir aux conditions d'environnement prévues.

Les accessoires doivent être compatibles avec le conduit et adaptés à l'application.

13.5.5 Conduit souple non métallique et accessoires

Un conduit souple non métallique doit résister à la torsion et doit avoir des caractéristiques physiques comparables à la gaine des câbles multiconducteurs.

Le conduit doit être approprié aux conditions d'environnement prévues.

Les accessoires doivent être compatibles avec le conduit et adaptés à l'application.

13.5.6 Système de goulottes

Les systèmes de goulottes externes aux enveloppes doivent être rigidement fixés et éloignés de toute partie mobile ou polluante de l'appareil de levage.

Les couvercles doivent avoir une forme telle qu'elle recouvre les flancs; des joints sont autorisés. Les couvercles doivent être attachés aux systèmes de goulottes par des moyens convenables. Sur les systèmes de goulottes horizontaux, le couvercle ne doit pas être sur la partie inférieure, sauf si elle est conçue spécifiquement pour une telle installation.

NOTE Les exigences pour les systèmes de goulottes et de conduits-profilés pour installations électriques sont données dans la série CEI 61084.

Lorsque le système de goulottes est fourni en sections, les joints entre sections doivent s'emboîter parfaitement, mais ne sont pas nécessairement étanches.

Les seules ouvertures autorisées doivent être celles nécessaires au câblage ou à l'évacuation des liquides. Les systèmes de goulottes ne doivent pas avoir de parties défonçables ouvertes non utilisées.

13.5.7 Compartiments de l'appareil de levage et systèmes de goulottes

Les compartiments ou les systèmes de goulottes peuvent être utilisés à l'intérieur d'un appareil de levage pour enfermer les conducteurs sous réserve que les compartiments ou les systèmes de goulottes soient isolés des réservoirs d'agent de refroidissement ou d'huile et soient entièrement fermés. Le cheminement des conducteurs dans les compartiments fermés et dans

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

les systèmes de goulottes doit être protégé et arrangé de façon telle que les conducteurs ne soient pas soumis à des détériorations.

13.5.8 Boîtes de raccordement et autres boîtiers

Les boîtes de raccordement et autres boîtiers utilisés pour le câblage doivent être facilement accessibles pour la maintenance. Ces boîtes doivent assurer une protection contre la pénétration des corps solides et des liquides, en tenant compte des influences externes dans lesquelles l'appareil de levage est prévu pour fonctionner (voir 11.3). La construction doit être suffisante pour protéger contre les dommages mécaniques en fonctionnement normal.

Ces boîtes ne doivent pas posséder d'ouvertures non utilisées et elles doivent fournir une protection adéquate contre les matériaux tels que poussière, jaillissements, huile et liquide réfrigérant.

13.5.9 Boîtes à bornes de moteur

Les boîtes à bornes de moteur ne doivent renfermer que les raccordements au moteur et aux dispositifs montés sur le moteur (par exemple des freins, un capteur de température, un interrupteur embrochable ou une génératrice tachymétrique).

14 Moteurs électriques et équipements associés

14.1 Exigences générales

Il est recommandé que les moteurs électriques soient conformes aux parties appropriées de la série CEI 60034.

Les exigences de protection pour les moteurs et l'équipement associé sont données en 7.2 pour la protection contre les surintensités, en 7.3 pour la protection contre les échauffements et en 7.6 pour la protection contre les survitesses.

Comme beaucoup de commandes ne coupent pas l'alimentation du moteur lorsqu'il est au repos, des précautions doivent être prises pour s'assurer que les exigences de 5.3, 5.4, 5.5, 7.5, 7.6 et 9.4 sont respectées. Le matériel de commande du moteur doit être placé et monté conformément à l'Article 11.

14.2 Enveloppes des moteurs

Il est recommandé de choisir les enveloppes des moteurs parmi celles définies dans la CEI 60034-5.

Le degré de protection pour tous les moteurs doit être au moins égal à IP23 (voir CEI 60529). Des exigences plus sévères peuvent être nécessaires selon les conditions d'utilisation et d'environnement (voir 4.4). Les moteurs incorporés comme partie intégrante de l'appareil de levage doivent être montés de manière à être correctement protégés des dommages mécaniques.

14.3 Dimensions des moteurs

Les dimensions des moteurs doivent satisfaire autant que possible aux exigences des normes de la série CEI 60072.

14.4 Montage des moteurs et compartiments moteurs

Chaque moteur et ses accouplements, courroies, poulies, ou chaînes associés, doivent être montés de façon à être correctement protégés et à être facilement accessibles pour le contrôle, la maintenance, le réglage, l'alignement, la lubrification et le remplacement. Le

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

montage du moteur doit être tel que tous les moyens de fixation puissent être enlevés, et que toutes les boîtes à bornes puissent être accessibles.

Les moteurs doivent être montés de telle façon qu'un refroidissement correct soit assuré et que l'échauffement reste dans les limites de la classe d'isolation (voir CEI 60034-1).

Il est recommandé que les compartiments-moteurs soient, si possible, propres et secs et, lorsque prescrit, ils doivent être ventilés directement vers l'extérieur de l'appareil de levage. Les ouïes de ventilation doivent être telles que la pénétration de poussières ou la projection d'eau soit à un niveau acceptable.

Il ne doit pas y avoir d'ouverture entre le compartiment-moteur et toute autre partie ne satisfaisant pas aux exigences du compartiment-moteur. Si un conduit ou une tuyauterie chemine dans le compartiment moteur à partir d'un autre compartiment sans satisfaire aux exigences du compartiment moteur, tout espace autour du conduit ou de la tuyauterie doit être rendu étanche.

14.5 Critère de choix des moteurs

Les caractéristiques des moteurs et de l'équipement associé doivent être choisies conformément aux conditions de service et d'environnement présumées (voir Annexe B informative et 4.4). Les paramètres qui doivent être soigneusement pris en compte comprennent:

– le type du moteur;
– le type du cycle de service (voir CEI 60034-1);
– la fréquence attendue de démarrage;
– le fonctionnement à vitesse fixe ou à vitesse variable (et par conséquent l'influence variable de la ventilation);
– la vibration mécanique;
– le type de commande moteur (en particulier lorsque le moteur est alimenté à partir d'un convertisseur à semi-conducteurs);

NOTE Par exemple, les effets des entraînements alternatifs à vitesse variable sur les moteurs sont décrits plus en détails dans la CEI 61800-2, la CEI 60034-17 et la CEI TR 60034-25.

– la méthode de démarrage et l'influence possible du courant d'appel sur le fonctionnement d'autres utilisateurs de la même alimentation de puissance, prenant aussi en compte d'éventuelles spécifications particulières de l'organisme fournissant l'énergie;
– la variation de la charge du couple résistif en fonction du temps et de la vitesse;
– l'influence des charges à inertie importante;
– l'influence d'un fonctionnement à couple constant ou à puissance constante.

14.6 Dispositifs de protection pour les freins mécaniques

Le fonctionnement de dispositifs de protection contre les surintensités et les surcharges des organes de commande des freins mécaniques doit entraîner la mise hors tension simultanée (mise au repos) des actionneurs associés de l'appareil de levage.

NOTE Les actionneurs associés de l'appareil de levage sont ceux associés au même mouvement, par exemple les tambours de câbles et entraînements à long débattement.

14.7 Freins mécaniques commandés électriquement

Si des freins mécaniques commandés électriquement fonctionnent par coupure de la puissance, la coupure de puissance des entraînements doit entraîner la coupure de puissance aux freins associés.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Exceptions: Le fonctionnement du freinage des entraînements à grand déplacement et pivotants peut utiliser d'autres méthodes de commande du frein.

15 Accessoires et éclairage

15.1 Accessoires

Lorsque l'appareil de levage ou son matériel associé est pourvu de socles de prises de courant destinés à être utilisés avec du matériel accessoire (par exemple l'outillage électroportatif, le matériel d'essai), 13.4.5 et les règles suivantes s'appliquent.

– Il est recommandé que les socles de prises de courant soient conformes à la CEI 60309-1. Quand cela n'est pas possible, il est recommandé de marquer clairement les valeurs assignées de tension et de courant.

– Les socles de prises de courant doivent inclure une liaison de protection, sauf dans le cas où la protection est assurée par la TBTP.

  NOTE Si, pour des raisons opérationnelles, il est nécessaire d'isoler un équipement du circuit de protection, de tels socles de prises de courant peuvent être exclus de cette exigence.

– Tous les conducteurs non reliés à la terre et raccordés au socle de prise de courant doivent être protégés contre les surintensités et, si exigé, contre les surcharges, conformément à 7.2 et 7.3 et indépendamment de la protection des autres circuits.

– Lorsque l'alimentation du socle de prise de courant n'est pas coupée par le sectionneur de grue, les exigences de 5.3.8 s'appliquent.

– Dans les circuits pour les socles de prises de courant avec un courant assigné ne dépassant pas 32 A et accessibles depuis l'extérieur de l'enveloppe ou si une protection des zones fermées de service électrique contre les contacts indirects par coupure automatique (voir 6.3.3, mesure a) n'est pas suffisante sans mesures de protection supplémentaires (par exemple DDR de courant différentiel de fonctionnement assigné ne dépassant pas 30 mA).

NOTE 1 Voir aussi l'Annexe B, point 11.

15.2 Eclairage local de l'appareil de levage et de l'équipement

15.2.1 Généralités

Les liaisons avec le circuit de protection doivent être conformes à 8.2.2.

L'interrupteur MISE SOUS TENSION/MISE HORS TENSION ne doit pas être incorporé à la douille ni au câble souple de raccordement.

Les effets stroboscopiques des lampes doivent être évités par le choix de luminaires appropriés.

15.2.2 Alimentation

La tension nominale du circuit d'éclairage local ne doit pas dépasser 250 V entre conducteurs. Une tension ne dépassant pas 50 V entre conducteurs est recommandée.

Les circuits d'éclairage doivent être alimentés par l'une des sources suivantes (voir également 7.2.6):

– un transformateur d'isolement dédié raccordé en aval du sectionneur de grue. Une protection contre les surintensités doit être prévue dans le circuit secondaire;

– un transformateur d'isolement dédié raccordé en amont du sectionneur de grue. Cette source ne doit être admise que pour les circuits d'éclairage de maintenance dans les armoires de commande. Une protection contre les surintensités doit être prévue dans le circuit secondaire (voir aussi 5.3.8 et 13.1.3);

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– un circuit de l'appareil de levage ayant une protection dédiée contre les surintensités;
– un circuit d'éclairage alimenté de l'extérieur (par exemple alimentation de l'éclairage d'une usine). Cela doit être admis seulement dans les armoires de commande, et pour l'éclairage de travail des appareils de levage, si la puissance assignée totale ne dépasse pas 3 kW.

Exceptions: Si les luminaires fixes sont situés hors de portée des opérateurs pendant le fonctionnement normal, les règles de ce paragraphe ne s'appliquent pas.

15.2.3 Protection

Les circuits d'éclairage local doivent être protégés, conformément à 7.2.6.

15.2.4 Accessoires

Les accessoires réglables des luminaires doivent être adaptés aux conditions d'environnement.

Les douilles doivent être

– conformes à la publication correspondante de la CEI;
– réalisées en matériau isolant protégeant le culot de l'ampoule de façon à empêcher tout contact fortuit.

Les réflecteurs doivent être supportés par l'armature de la lampe et non par la douille.

Exceptions: Si les luminaires fixes sont situés hors de portée des opérateurs pendant le fonctionnement normal, les règles de ce paragraphe ne s'appliquent pas.

16 Marquages, signaux d'avertissement et désignations de référence

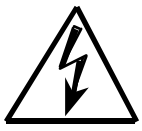
16.1 Généralités

Les signaux d'avertissement, plaques signalétiques, marquages et plaques d'identification doivent être de durabilité suffisante pour supporter les conditions d'environnement prévues.

16.2 Signaux d'avertissement

16.2.1 Danger de choc électrique

Les enveloppes qui ne montrent pas clairement d'une autre manière qu'elles contiennent des équipements électriques qui peuvent être la source d'un risque de choc électrique doivent être marquées avec le symbole graphique CEI 60417-5036 (2002-10).



Le signal d'avertissement doit être totalement visible sur la porte ou sur le couvercle de l'enveloppe.

Ce signal d'avertissement peut être omis (voir aussi 6.2.2 b)) dans les cas suivants:

– enveloppe équipée de l'interrupteur d'alimentation de grue et du sectionneur de grue;
– interface opérateur-machine ou poste de commande;
– appareil simple avec sa propre enveloppe (par exemple capteur de position).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

16.2.2 Danger lié aux surfaces chaudes

Si l'appréciation du risque met en évidence le besoin d'un avertissement contre la possibilité de températures de surface dangereuses sur l'équipement électrique, le symbole graphique CEI 60417-5041 (2002-10) doit être utilisé.

16.3 Identification fonctionnelle

Les appareils de commande, indicateurs et afficheurs (particulièrement ceux relatifs à des fonctions de sécurité) faisant partie de l'interface opérateur-machine doivent être clairement et durablement marqués suivant leurs fonctions, soit sur eux-mêmes soit à proximité. De tels marquages peuvent être convenus entre l'utilisateur et le fournisseur de l'équipement (voir Annexe B). Il est recommandé d'utiliser les symboles normalisés indiqués dans la CEI 60417:2002 et dans l'ISO 7000.

16.4 Marquage de l'équipement

L'équipement doit être marqué de façon lisible et durable afin d'être clairement visible une fois l'équipement installé.

Chaque fois que possible (par exemple sur les ensembles d'appareillages), une plaque signalétique donnant les informations suivantes doit être fixée à l'enveloppe:

– nom ou marque de fabrique du fournisseur;
– marque de certification si elle est prescrite;
– numéro de série, si applicable;
– tension assignée, nombre de phases et fréquence (si courant alternatif) et courant assigné;
– pouvoir de coupure en court-circuit de l'équipement;
– numéro du document principal (voir la CEI 62023).

Le courant assigné indiqué sur la plaque signalétique ne doit pas être inférieur aux courants combinés de tous les moteurs et des autres matériels qui peuvent être en service au même instant dans les conditions normales d'utilisation. Pour des charges exceptionnelles ou des cycles chargés, le courant thermique équivalent (voir Annexe D) doit être spécifié sur la plaque signalétique.

Lorsqu'un seul démarreur de moteur est utilisé, les informations peuvent être portées sur la plaque signalétique de l'appareil de levage si elle est clairement visible.

Pour un appareil de levage avec plusieurs mouvements, de telles plaques peuvent être remplacées par une documentation appropriée.

16.5 Désignations de référence

Toutes les enveloppes, tous les assemblages, appareils de commande et composants doivent être totalement identifiés avec la même désignation de référence que celle donnée dans la documentation technique.

Exceptions: Il n'est pas nécessaire que les appareils de levage dont l'équipement ne comporte qu'un seul moteur, un démarreur pour moteur, une ou des boîtes de commande à boutons-poussoirs et un ou des luminaires de travail soient conformes au présent paragraphe.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

17 Documentation technique

17.1 Généralités

Les informations nécessaires pour l'installation, l'utilisation et la maintenance de l'équipement électrique d'un appareil de levage doivent être fournies sous la forme de dessins, schémas, diagrammes, tableaux et instructions. Les informations doivent être dans une langue acceptée (voir aussi Annexe B). Les informations prévues peuvent varier suivant la complexité de l'équipement électrique livré. Pour un équipement très simple, les informations appropriées peuvent être contenues dans un seul document, pourvu que ce document montre tous les appareils de l'équipement électrique et permette de réaliser leur raccordement au réseau d'alimentation.

NOTE 1 La documentation technique fournie avec les éléments d'équipement électrique peut constituer une partie de la documentation de l'équipement électrique de l'appareil de levage.

NOTE 2 Dans certains pays, l'exigence d'utilisation d'une (de) langue(s) particulière(s) est couverte par les exigences légales.

17.2 Informations à fournir

Les informations à fournir avec l'équipement électrique doivent comprendre:

a) un document principal (liste des pièces ou liste des documents);

b) des documents complémentaires comprenant

   1) une description claire et complète de l'équipement, de son installation et de son montage, et de son raccordement au(x) réseau(x) électrique(s) d'alimentation;

   2) les exigences concernant l'alimentation électrique;

   3) les informations sur les conditions d'environnement physique (par exemple l'éclairage, les niveaux de vibrations, la pollution atmosphérique), s'il y a lieu;

   4) le (les) schéma(s) d'ensemble (fonctionnel(s)), s'il y a lieu;

   5) le (les) schéma(s) des circuits;

   6) les informations (s'il y a lieu) concernant

      – la programmation, si nécessaire pour l'utilisation de l'équipement;

      – la séquence de fonctionnement;

      – la fréquence des contrôles;

      – la fréquence et la méthode des essais fonctionnels;

      – les guides pour le réglage, la maintenance et la réparation de l'équipement, particulièrement ceux relatifs aux appareils et circuits de protection; et

      – la liste recommandée des pièces de rechange;

      – la liste des outils fournis.

   7) une description (y compris les schémas de raccordement) des moyens de protection, des fonctions d'interverrouillage, et des verrouillages de protecteurs contre les dangers, en particulier pour des appareils de levage travaillant de façon coordonnée;

   8) une description de la protection et des moyens prévus lorsqu'il est nécessaire de neutraliser cette protection (par exemple le réglage ou la maintenance), (voir 9.2.4);

   9) les instructions sur les procédures de mise en sécurité de l'appareil de levage pour une maintenance en sécurité (voir aussi 17.8);

   10) les informations sur la manutention, le transport et le stockage;

   11) les informations concernant les courants en charge, les courants d'appel au démarrage et les chutes de tension admises, si applicable;

   12) les informations sur les risques résiduels résultant des mesures de protection adoptées, l'indication de la nécessité de toute formation particulière et les spécifications de tous les équipements nécessaires de protection du personnel.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

17.3 Exigences applicables à toute documentation

Sauf accord particulier entre le fabricant et l'utilisateur:

– la documentation doit être conforme à la CEI 61082-1;
– les désignations de référence doivent être conformes aux parties appropriées de la CEI 61346;
– les instructions/manuels doivent être conformes à la CEI 62079.
– la liste des pièces de rechange, quand elle est fournie, doit être conforme à la CEI 62027, classe B.

NOTE Voir point 13 de l'Annexe B.

Pour référencer les différents documents, le fournisseur doit choisir l'une des méthodes suivantes.

– si la documentation comprend un faible nombre de documents (par exemple moins de cinq) chacun des documents doit porter en référence croisée les numéros de documents de tous les autres documents appartenant à l'équipement électrique.
– pour les principaux documents à niveau unique (voir la CEI 62023), tous les documents doivent être listés avec leurs titres et numéros de documents dans un plan ou une liste de documents.
– Tous les documents d'un certain niveau (voir CEI 62023) de la structure documentaire doivent être listés, avec leur numéro et leur titre, dans une liste de pièces appartenant au même niveau.

17.4 Documents d’installation

Les documents d'installation doivent donner toutes les informations nécessaires au travail préliminaire d'assemblage de l’appareil de levage (y compris la mise en service). Dans les cas complexes, il peut être nécessaire de se référer aux plans de montage pour les détails.

La position recommandée, le type et les sections des câbles d'alimentation à installer sur le site doivent être clairement indiqués.

Les données nécessaires pour choisir le type, les caractéristiques, les courants assignés et les réglages des appareils de protection contre les surintensités pour les câbles d'alimentation de l'équipement électrique de l’appareil de levage doivent être définies (voir 7.2.2).

Si nécessaire la taille, l'usage et l'emplacement de toutes les canalisations dans les fondations, que l'utilisateur devra fournir, doivent être détaillés (voir Annexe B).

La taille, le type et l'usage des canalisations, chemins et supports de câbles, entre l’appareil de levage et l'équipement associé, que l'utilisateur devra fournir, doivent être détaillés (voir Annexe B informative).

Si nécessaire, le schéma doit indiquer si un emplacement est prescrit pour la dépose ou la maintenance de l'équipement électrique.

NOTE 1 Des exemples de schémas d'installation peuvent être trouvés dans la CEI 61082-1.

De plus, s'il y a lieu, un schéma ou un tableau de raccordement doit être prévu. Ce schéma ou ce tableau doit donner des informations complètes concernant tous les branchements extérieurs. Lorsque l'équipement électrique est destiné à fonctionner à partir de plus d'une alimentation électrique, le schéma ou le tableau de raccordement doit indiquer les modifications ou les raccordements nécessaires pour utiliser chacune des alimentations.

NOTE 2 Des exemples de schémas/tableaux de raccordement peuvent être trouvés dans la CEI 61082-1.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

17.5 Schémas d'ensemble et schémas fonctionnels

Lorsque ceci est nécessaire pour faciliter la compréhension des principes de fonctionnement, un schéma d'ensemble doit être fourni. Un schéma d'ensemble représente symboliquement l'équipement électrique ainsi que ses relations fonctionnelles, sans nécessairement décrire tous les raccordements.

NOTE 1 Des exemples de schémas d'ensemble peuvent être trouvés dans la CEI 61082-1.

Des schémas fonctionnels peuvent être prévus soit comme parties du schéma d'ensemble, soit en complément à celui-ci.

NOTE 2 Des exemples de schémas fonctionnels peuvent être trouvés dans la CEI 61082-1.

17.6 Schémas des circuits

Un (des) schéma(s) des circuits doi(ven)t être fourni(s). Ce(s) schéma(s) doi(ven)t montrer les circuits électriques sur l'appareil de levage et son équipement électrique associé. Tout symbole graphique ne figurant pas dans la CEI 60617:2001 doit être séparément indiqué et décrit sur les schémas ou documents associés. Les symboles et l'identification des composants et appareils doivent être cohérents pour tous les documents et sur l'appareil de levage.

S'il y a lieu, un schéma montrant les bornes pour les raccordements d'interface doit être fourni. Ce schéma peut être utilisé en conjonction avec le (les) schéma(s) des circuits pour simplification. Il est recommandé que le schéma fasse référence au schéma détaillé des circuits de chaque unité.

Les symboles des appareils de coupure doivent figurer sur les schémas électromécaniques avec toutes les alimentations au repos (par exemple alimentation électrique, air, eau, lubrifiant) et avec l'appareil de levage et son équipement électrique dans les conditions normales de démarrage.

Les conducteurs doivent être identifiés conformément à 13.2.

Les circuits doivent être montrés de façon à faciliter la compréhension de leur fonction aussi bien que la maintenance et la localisation de défauts. Les caractéristiques relatives à la fonction des appareils de commande et des composants qui ne sont pas évidentes à partir de leur représentation symbolique doivent être incluses dans les schémas à côté du symbole ou référencées en note de bas de page.

17.7 Manuel de fonctionnement

La documentation technique doit comporter un manuel de fonctionnement détaillant toutes les procédures adéquates pour la mise en œuvre et l'utilisation de l'équipement électrique. Il convient de porter une attention particulière aux mesures de sécurité prévues.

Lorsque le fonctionnement de l'équipement électrique peut être programmé, des informations détaillées doivent être fournies sur les méthodes de programmation, l'équipement nécessaire, la vérification du programme et les procédures additionnelles de sécurité (si elles sont prescrites).

17.8 Manuel de maintenance

La documentation technique doit comporter un manuel de maintenance détaillant les procédures appropriées pour le réglage, l'entretien, la maintenance préventive et la réparation. Il convient d'inclure dans ce manuel des recommandations sur la périodicité et l'enregistrement de l'entretien/mise en œuvre. Lorsque des méthodes pour la vérification du fonctionnement approprié sont prévues (par exemple programme d'essai de logiciel), l'usage de telles méthodes doit être détaillé.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

La description de la manière de réaliser des réglages de l'équipement programmable (par exemple systèmes d'entraînement par moteur) doit contenir des références claires aux fonctions finales de l'appareil de levage. Les essais des fonctions liées à la sécurité doivent être clairement spécifiés.

17.9 Nomenclature des pièces détachées

La nomenclature, lorsqu'elle est fournie, doit comprendre au minimum les informations nécessaires pour commander des pièces de rechange ou de remplacement (par exemple des composants, des appareils, un logiciel, des équipements d'essais, de la documentation technique), nécessaires pour la maintenance préventive ou corrective, y compris celles qu'il est recommandé de tenir en stock par l'utilisateur de l'équipement.

Ces nomenclatures doivent indiquer pour chaque élément

– la désignation de référence utilisée dans la documentation;
– sa désignation de type;
– le fournisseur et, éventuellement, les autres sources d'approvisionnement;
– ses caractéristiques principales, s'il y a lieu.

18 Vérification

18.1 Généralités

Le présent article donne des exigences générales relatives à la vérification de l'équipement électrique des appareils de levage.

Le détail des vérifications sera indiqué dans la norme produit spécifique à un type particulier d'appareil de levage. Les vérifications doivent toujours comprendre les points

– a), b), f), et
– ou d) ou tous à la fois, et
– peuvent comprendre le point e):

a) Vérification de la conformité de l'équipement électrique avec la documentation technique;
b) vérification des conditions de protection par coupure automatique (voir 18.2) dans le cas d'une protection contre les contacts indirects par coupure automatique;
c) essai de résistance d'isolement (voir 18.3);
d) essai sous tension (voir 18.4);
e) protection contre les tensions résiduelles (voir 18.5);
f) essais de fonctionnement (voir 18.6).

Lorsque ces essais sont effectués, il est recommandé de suivre la séquence de la liste ci-dessus.

Lorsque l'équipement électrique est modifié, les exigences de 18.7 doivent s'appliquer.

NOTE Pour les essais selon 18.2 et 18.3, on utilise des équipements de mesure conformes aux normes de la série CEI 61557. Pour les autres essais exigés par la présente norme, il convient d'utiliser des équipements de mesure conformes aux normes CEI ou européennes applicables.

Les résultats de la vérification doivent être enregistrés.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

18.2 Vérification des conditions de protection par coupure automatique de l'alimentation

18.2.1 Généralités

Les conditions de coupure automatique de l'alimentation (voir 6.3.3) doivent être vérifiées par des essais.

Les méthodes d'essai pour les schémas TN sont décrites en 18.2.2; leur application à différents modes d'alimentation est spécifiée en 18.2.3.

Pour les schémas TT et IT, voir la CEI 60364-6.

18.2.2 Méthodes d'essai pour les schémas TN

L'essai 1 vérifie la continuité du circuit de protection. L'essai 2 vérifie les conditions de protection par coupure automatique de l'alimentation.

Essai 1 – Vérification de la continuité du circuit de protection

La résistance de chaque circuit de protection entre la borne PE (voir 5.2 et Figure 4) et les points appropriés qui font partie de chaque circuit de protection doit être mesurée. La résistance mesurée doit être dans la plage de valeurs attendues, compte tenu de la longueur, de la section et du matériau du (des) conducteur(s) de protection considéré(s).

NOTE L'utilisation de courants plus élevés pour l'essai de continuité accroît la précision du résultat de l'essai, en particulier pour des résistances de faibles valeurs, c'est-à-dire des sections plus importantes et/ou des longueurs de conducteurs plus faibles.

Essai 2 – Vérification de l'impédance de boucle de défaut et aptitude du dispositif de protection contre les surintensités associé

Les raccordements de l'alimentation électrique et du conducteur de protection externe à l'arrivée à la borne PE de l'appareil de levage, doivent être vérifiés par examen.

Les conditions de protection par coupure automatique de l'alimentation selon 6.3.3 et l'Annexe A doivent être vérifiées par à la fois

a) la vérification de l'impédance de boucle de défaut par:
   - le calcul; ou
   - la mesure, conformément à l'Article A.4; et
b) la confirmation que le réglage et les caractéristiques du dispositif de protection contre les surintensités associé sont conformes aux exigences de l'Annexe A.

NOTE L'impédance de boucle de défaut peut être mesurée dans les circuits pour lesquels les conditions de protection par coupure automatique exigent un courant I_a de valeur jusqu'à environ 1 kA (I_a est le courant provoquant le fonctionnement automatique de l'appareil de sectionnement dans l'intervalle de temps spécifié en Annexe A).

18.2.3 Application des méthodes d'essai aux schémas TN

Chaque circuit de liaison de protection d'un appareil de levage doit être essayé selon l'Essai 1 de 18.2.2.

Si l'Essai 2 de 18.2.2 est réalisé par mesure, il doit toujours être précédé de l'Essai 1.

NOTE Une discontinuité du circuit de protection peut entraîner une situation dangereuse pour l'opérateur effectuant les essais ou d'autres personnes, ou endommager l'équipement électrique pendant l'essai d'impédance de boucle.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Les essais nécessaires pour des appareils de levage selon leurs différents états sont spécifiés dans le Tableau 10. Le Tableau 11 peut être utilisé pour déterminer l'état de l'appareil de levage.

Tableau 10 – Application des méthodes d'essai aux schémas TN

Procédure	Etat de l'appareil de levage	Vérification sur site
A	Equipement électrique des appareils de levage, montés et raccordés sur site, lorsque la continuité des circuits de protection n'a pas été confirmée après le montage et le raccordement sur site	Essai 1 et Essai 2 (voir 18.2.2) Exceptions: Si les calculs antérieurs de l'impédance de boucle de défaut ou de résistance effectués par le fabricant sont disponibles et si – la disposition des installations permet la vérification des longueurs et sections des conducteurs utilisés pour le calcul, et – il peut être confirmé que l'impédance de la source d'alimentation sur le site est inférieure ou égale à celle de l'alimentation utilisée pour le calcul de la valeur estimée par le fabricant L'Essai 1 (voir 18.2.2) des circuits de protection raccordés sur site et la vérification par examen des connexions de l'alimentation électrique et du conducteur de protection externe à l'arrivée à la borne PE de l'appareil de levage est suffisant
B	Un appareil de levage livré avec confirmation de la vérification (voir 18.1) de la continuité des circuits de protection par les mesures des Essais 1 et 2, et ayant des circuits de protection de longueur excédant les longueurs de câbles dont des exemples sont indiqués dans le Tableau 11: Cas B1) livré entièrement monté et non démonté pour le transport Cas B2) livrée démontée pour le transport, si la continuité des conducteurs de protection est assurée après démontage, transport et remontage (par exemple par l'utilisation d'ensembles fiche/prise)	Essai 2 (voir 18.2.2) Exceptions: S'il peut être confirmé que l'impédance de la source d'alimentation sur le site est inférieure ou égale à celle de l'alimentation utilisée pour le calcul, ou celle de l'alimentation d'essai pendant un Essai 2 par la mesure, aucun essai n'est demandé sur site hormis la vérification des raccordements: – dans le cas B1) de l'alimentation électrique et du conducteur de protection externe à l'arrivée à la borne PE de l'appareil de levage; – dans le cas B2) de l'alimentation électrique et du conducteur de protection externe à l'arrivée à la borne PE de l'appareil de levage et de tous les raccordements du (des) conducteur(s) de protection qui ont été débranchés pour le transport
C	Un appareil de levage ayant des circuits de protection de longueur n'excédant pas les longueurs de câbles dont des exemples sont indiqués dans le Tableau 11, livré avec confirmation de la vérification (voir 18.1) de la continuité des circuits de protection par les mesures des Essais 1 et 2 (voir 18.2.2) Cas C1) livré entièrement monté et non démonté pour le transport Cas C2) livrée démontée pour le transport, si la continuité des conducteurs de protection est assurée après démontage, transport et remontage (par exemple par l'utilisation d'ensembles fiche/prise)	Aucun essai n'est demandé sur site. Pour un appareil de levage non raccordé à l'alimentation électrique par un ensemble fiche/prise, le raccordement correct du conducteur de protection externe à l'arrivée à la borne PE de l'appareil de levage doit être vérifié par examen visuel Dans le cas C2), les documents d'installation (voir 17.4) doivent exiger que tous les raccordements du (des) conducteur(s) de protection qui ont été débranchés pour le transport soient ensuite vérifiés, par exemple, par examen visuel

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau 11 – Exemples de longueurs de câbles maximales autorisées entre chaque appareil de protection et sa charge

1 Impédance de la source d'alimentation de chaque appareil de protection	2 Section	3 Caracté-ristique nominale ou réglage de l'appareil de protection I_N	4 Temps de coupure du fusible 5 s	5 Temps de coupure du fusible 0,4 s	6 Coupe-circuit miniature char.B[3] $I_a = 5 \times I_N$ temps de coupure 0,1 s	7 Coupe-circuit miniature char.C [4] $I_a = 10 \times I_N$ temps de coupure 0,1 s	8 Coupe-circuit réglable $I_a = 8 \times I_N$ temps de coupure 0,1 s
mΩ	mm²	A	Longueurs maximales de câbles en m entre chaque appareil de protection et sa charge				
500	1,5	16	97	53	76	30	28
500	2,5	20	115	57	94	34	36
500	4,0	25	135	66	114	35	38
400	6,0	32	145	59	133	40	42
300	10	50	125	41	132	33	37
200	16	63	175	73	179	55	61
200	25 (ligne)/16 (PE)	80	133				38
100	35 (ligne)/16 (PE)	100	136				73
100	50 (ligne)/25 (PE)	125	141				66
100	70 (ligne)/35 (PE)	160	138				46
50	95 (ligne)/50 (PE)	200	152				98
50	120 (ligne)/70 (PE)	250	157				79

Les valeurs des longueurs maximales de câbles dans le Tableau 11 sont basées sur les hypothèses suivantes:

- pour un câble PVC avec conducteurs en cuivre, la température du conducteur sous conditions de court-circuit est égale à 160 °C (voir Tableau C0,4);
- les câbles comportant des conducteurs de ligne de section allant jusqu'à 16 mm² nécessitent un conducteur de protection de section identique à celle des conducteurs de ligne;
- les câbles de section supérieure à 16 mm² fournissent un conducteur de protection de section réduite comme indiqué;
- pour un système triphasé, la tension nominale de l'alimentation est égale à 400 V;
- l'impédance maximale de la source d'alimentation de chaque appareil de protection est en accord avec la colonne 1;
- les valeurs de la colonne 3 sont corrélées avec le Tableau 7 (voir 12.4).

Tout écart par rapport à ces hypothèses peut conduire à la nécessité d'effectuer un calcul complet ou une mesure de l'impédance de boucle de défaut. Des informations supplémentaires sont disponibles dans les CEI 60228 et CEI/TR 61200-53.

18.3 Essais de résistance d'isolement

Si les essais de résistance d'isolement sont effectués, la résistance d'isolement mesurée à 500 V en courant continu, entre les conducteurs du circuit de puissance et le circuit de protection, ne doit pas être inférieure à 1 MΩ. L'essai peut être effectué sur des sections individuelles de l'installation électrique dans sa totalité.

Exceptions: Pour certaines parties de l'équipement électrique, par exemple comportant des jeux de barres, des ensembles de câbles conducteurs ou des systèmes de barres conductrices

---

3 Conformément à la série CEI 60898.

4 Conformément à la série CEI 60898.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ou des assemblages glissants, une valeur minimale plus faible est admise, mais cette valeur ne doit pas être inférieure à 50 kΩ.

Si l'équipement électrique de l'appareil de levage contient des appareils de protection contre les surtensions qui sont susceptibles de fonctionner pendant l'essai, il est admis de

– débrancher ces appareils, ou
– réduire la tension d'essai à une valeur plus faible que le niveau de protection de tension des appareils de protection contre les surtensions, mais pas plus faible que la valeur de crête de la limite supérieure de la tension d'alimentation (entre phase et neutre).

18.4 Essais de tension

Si les essais de tension sont effectués, il est recommandé qu'un équipement de mesure conforme à la CEI 61180-2 soit utilisé.

La fréquence nominale de la tension d'essai doit être égale à 50 Hz ou 60 Hz.

La valeur de la tension d'essai maximale doit être le double de la valeur de la tension d'alimentation assignée ou 1 000 V, selon la plus élevée de ces deux valeurs. La tension d'essai maximale doit être appliquée entre les conducteurs du circuit de puissance et le circuit de protection pendant une durée approximative de 1 s. Les exigences sont satisfaites si aucune décharge disruptive ne se produit.

Les composants et appareils qui ne sont pas calibrés pour supporter cet essai doivent être débranchés avant l'essai.

Les composants et appareils qui ont subi les essais de tension selon leurs normes de produits peuvent être débranchés pendant les essais.

18.5 Protection contre les tensions résiduelles

Si nécessaire, les essais doivent être effectués pour vérifier la conformité avec 6.2.4.

18.6 Essais fonctionnels

Les fonctions de l'équipement électrique, particulièrement celles relatives à la sécurité et à la protection par protecteur, doivent être essayées. Lorsqu'une fonction ne peut pas être complètement soumise aux essais, le(s) circuit(s) doi(ven)t être essayé(s).

18.7 Nouveaux essais

Lorsqu'une partie de l'appareil de levage et son équipement associé sont remplacés ou modifiés, cette portion doit être revérifiée et soumise à nouveau à des essais, si approprié (voir 18.1).

Il convient de porter une attention particulière aux possibles effets négatifs que de nouveaux essais peuvent provoquer sur l'équipement électrique (par exemple contraintes excessives sur l'isolant, débranchement et rebranchement des appareils).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe A
(normative)

Protection contre les contacts indirects dans les schémas TN

(Dérivée de la CEI 60364-4-41 et de la CEI 60364-6)

A.1 Généralités

La protection contre les contacts indirects doit être assurée par un dispositif de protection contre les surintensités qui coupe automatiquement l'alimentation du circuit ou de l'équipement en cas de défaut entre une partie active et une masse ou un conducteur de protection dans le circuit ou l'équipement dans un temps de coupure suffisamment court. Un temps de coupure ne dépassant pas 5 s est considéré suffisamment court pour les appareils de levage.

Exceptions: Lorsque ce temps de coupure ne peut être assuré, des mesures doivent être prises (par exemple une liaison de protection supplémentaire) pour empêcher une possible tension de contact de dépasser 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lisse entre des parties conductrices simultanément accessibles. Voir A.3.

Pour les circuits qui alimentent à travers des socles de prises de courant ou directement sans socles de prises de courant des équipements tenus à la main ou des équipements portatifs de classe I (par exemple les prises de courant sur un appareil de levage pour les matériels accessoires, voir 15.1), le Tableau A.1 indique le temps de coupure maximal qui est considéré suffisamment court.

Tableau A.1 – Temps de coupure maximal en schéma TN

U_o[a] V	Temps de coupure s
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
>400	0,1

[a] U_o est la tension efficace nominale en courant alternatif par rapport à la terre. Pour les tensions qui sont comprises dans la plage de tolérances donnée dans la CEI 60038, le temps de coupure approprié pour la tension nominale s'applique. Pour les valeurs intermédiaires de tension, la valeur immédiatement supérieure dans le tableau ci-dessus doit être utilisée.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

A.2 Conditions pour la protection par coupure automatique de l'alimentation par des dispositifs de protection contre les surintensités

Les caractéristiques des dispositifs de protection contre les surintensités et les impédances de circuits doivent être telles que l'apparition d'un défaut d'impédance négligeable quelque part dans un équipement électrique entre un conducteur de phase et un conducteur de protection ou une masse, provoquera la coupure automatique de l'alimentation dans un temps spécifié (c'est-à-dire ≤ 5 s ou ≤ valeurs selon le Tableau A.1). La condition suivante satisfait à cette exigence:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

où

Z_s est l'impédance de la boucle de défaut comprenant la source, le conducteur actif jusqu'au point de défaut et le conducteur de protection entre le point de défaut et la source;

I_a est le courant provoquant le fonctionnement automatique de l'appareil de sectionnement dans le temps spécifié;

U_o est la tension nominale en courant alternatif par rapport à la terre.

L'accroissement de la résistance des conducteurs avec l'augmentation de la température due à un courant de défaut doit être pris en compte (voir A.4.3).

NOTE Les informations concernant le calcul des courants de court-circuit peuvent être trouvées, par exemple, dans la série de normes CEI 60909, ou fournies par les fournisseurs des dispositifs de protection contre les courts-circuits.

A.3 Condition pour la protection par diminution de la tension de contact en dessous de 50 V

Si les exigences de l'Article A.2 ne peuvent être assurées et qu'une isolation supplémentaire est choisie comme moyen pour assurer la protection contre les tensions de contact dangereuses, cette protection est soumise à la condition que la tension de contact soit réduite en dessous de 50 V et qu'elle soit réalisée si l'impédance du circuit de protection (Z_{PE}) ne dépasse pas:

$$Z_{PE} \leq \frac{50}{U_0} \times Z_S$$

où Z_{PE} est l'impédance du circuit de protection entre un équipement électrique où qu'il se trouve dans l'installation et la borne PE de l'appareil de levage (voir 5.2 et Figure 3) ou entre les masses simultanément accessibles et/ou les éléments conducteurs étrangers.

La confirmation de cette condition peut être réalisée en utilisant la méthode de l'Essai 1 de 18.2.2 pour mesurer la résistance R_{PE}. La condition pour la protection est réalisée si la valeur mesurée de R_{PE} ne dépasse pas:

$$R_{PE} \leq \frac{50}{I_{a(5s)}}$$

où

$I_{a(5s)}$ est le courant de fonctionnement après 5 s du dispositif de protection;

R_{PE} est la résistance du circuit de protection entre la borne PE (voir 5.2 et Figure 4) et l'équipement électrique où qu'il se trouve sur l'appareil de levage, ou entre les masses simultanément accessibles et/ou les éléments conducteurs étrangers.

NOTE 1 La liaison de protection supplémentaire est considérée comme un complément à la protection contre les contacts indirects.

NOTE 2 La liaison de protection supplémentaire peut associer toute l'installation, une partie de l'installation, un élément d'un appareil ou un emplacement.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

A.4 Vérification des conditions pour la protection par coupure automatique de l'alimentation

A.4.1 Généralités

L'efficacité des mesures de protection contre les contacts indirects par coupure automatique de l'alimentation en conformité avec l'Article A.2 est vérifiée comme suit:

– vérification des caractéristiques de l'appareil de protection associé par examen visuel du réglage du courant nominal pour les disjoncteurs et du courant assigné pour les fusibles, et

– mesure de l'impédance de boucle de défaut (Z_s);

Exceptions: Si les calculs de l'impédance de la boucle de défaut ou de la résistance des conducteurs de protection sont disponibles et si la disposition des installations permet la vérification des longueurs et sections des conducteurs, la vérification de la continuité des conducteurs de protection peut remplacer la mesure.

A.4.2 Mesure de l'impédance de boucle de défaut

La mesure de l'impédance de la boucle de défaut doit être réalisée avec un matériel de mesure conforme à la CEI 61557-3. Les informations relatives à la précision des résultats des mesures ainsi que les procédures à respecter indiquées dans la documentation du matériel de mesure doivent être prises en compte.

La mesure doit être réalisée avec l'appareil de levage raccordé à une alimentation de même fréquence que la fréquence nominale de l'alimentation de l'installation prévue.

NOTE 1 La Figure A.1 illustre une disposition typique pour la mesure de l'impédance de boucle de défaut sur une machine. S'il n'est pas commode de conserver le moteur raccordé pendant l'essai, les deux conducteurs de phase non utilisés au cours de l'essai peuvent être ouverts, par exemple, en retirant les fusibles.

NOTE 2 La mesure de l'impédance de boucle de défaut n'est généralement possible qu'en amont à partir de convertisseurs électroniques, mais pas entre le convertisseur et le moteur (voir CEI 61800-5-1). Le moteur « M » sur la Figure A.1 peut être considéré comme représentant un entraînement de puissance (PDS; en anglais « power drive system », conformément à la série CEI 61800.

La valeur mesurée de l'impédance de boucle de défaut doit être conforme à l'Article A.2.

A.4.3 Prise en compte de la différence entre la valeur mesurée de la résistance des conducteurs et la valeur réelle sous conditions de défaut

NOTE Les mesures étant effectuées à température ambiante avec de faibles courants, il est nécessaire de prendre en compte l'augmentation de la résistance des conducteurs avec l'accroissement de la température dans des conditions de défaut, afin de vérifier la conformité de la valeur mesurée de l'impédance de la boucle de défaut aux exigences de l'Article A.2.

L'augmentation de la résistance des conducteurs avec l'accroissement de la température résultant du courant de défaut est prise en compte dans l'équation suivante:

$$Z_{s\,(m)} \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_a}$$

où Z_s(m) est la valeur mesurée de Z_s

Si la valeur mesurée de l'impédance de la boucle de défaut dépasse $2U_0/3I_a$, une estimation plus précise peut être effectuée conformément à la procédure décrite en C.61.3.60,2 de la CEI 60364-6.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

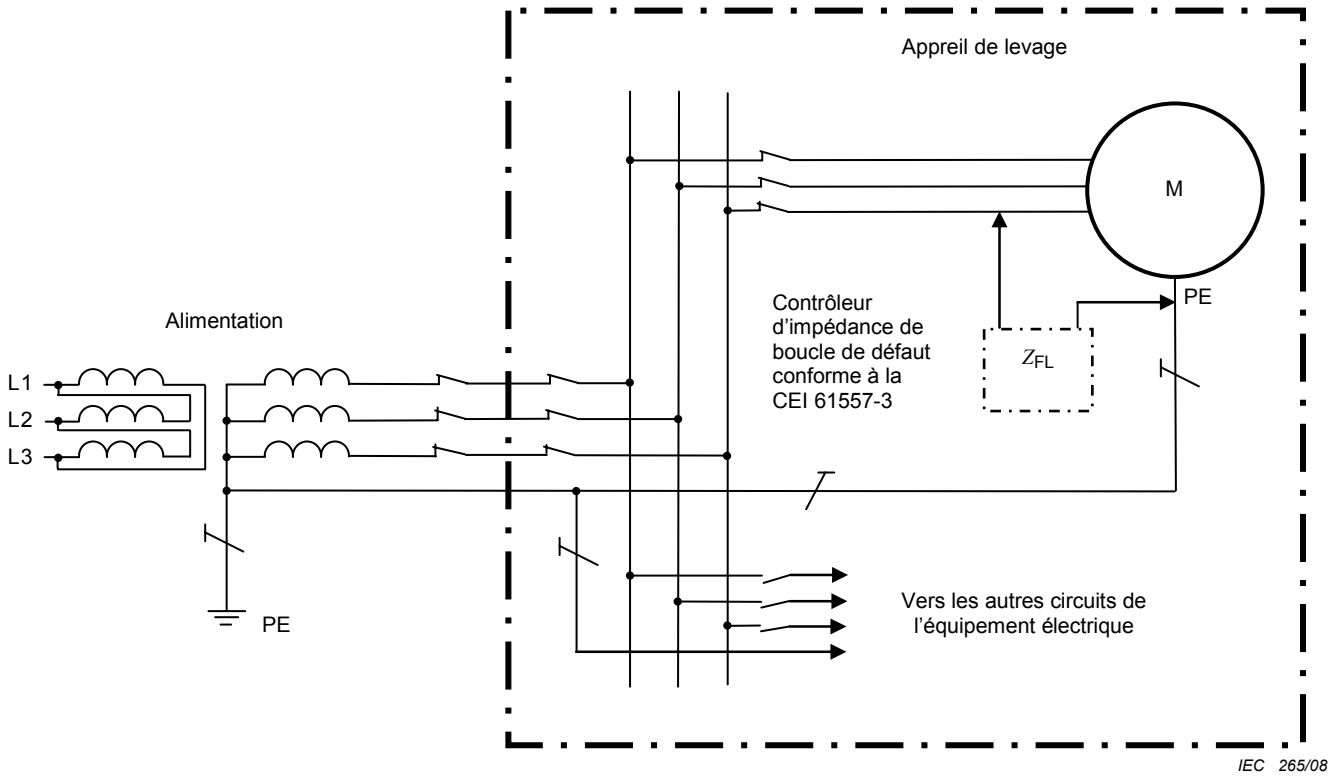


Figure A.1 – Disposition typique pour la mesure de l'impédance de boucle de défaut

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe B
(informative)

Questionnaire concernant l'équipement électrique des appareils de levage

Il est recommandé que les informations ci-dessous soient fournies par l'utilisateur prévu de l'équipement. Cela peut faciliter un accord entre l'utilisateur et le fournisseur sur les conditions de base et les spécifications complémentaires de l'utilisateur pour garantir une conception, une application et une utilisation appropriées de l'équipement électrique de l'appareil de levage (voir 4.1).

Nom du fabricant/fournisseur				
Nom de l'utilisateur final				
Numéro de l'offre/commande			Date	
Type d'appareil de levage			Numéro de série	
1. Conditions particulières (voir Article 1)				
a) L'appareil de levage est-il destiné à être utilisé à l'air libre?	Oui		Non	
b) L'appareil de levage doit-il utiliser ou transporter des matériaux explosifs, inflammables ou dangereux?	Oui/Non		Si oui, spécification	
c) L'appareil de levage est-il utilisé en atmosphère potentiellement explosive ou inflammable?	Oui/Non		Si oui, spécification	
d) L'appareil de levage est-il utilisé dans les mines?	Oui		Non	
2. Alimentations électriques et conditions associées (voir 4.3)				
a) Variations probables de la tension (si supérieures à ±10 %)				
b) Variations probables de la fréquence (si supérieures à ±2 %)	Permanente		Courte durée	
c) Indiquer les modifications envisageables de l'équipement électrique qui nécessiteront une augmentation des exigences en alimentation électrique				
d) Spécifier les interruptions de tension de l'alimentation si elles sont de durée supérieure à celle spécifiée à l'Article 4, lorsque l'équipement électrique doit conserver son fonctionnement dans de telles conditions				
3. Environnement physique et conditions de fonctionnement (voir 4.4)				
a) Environnement électromagnétique (voir Paragraphe 4.4.2)	Environnement résidentiel, commercial ou industriel léger		Environnement industriel	
Conditions ou exigences particulières				
b) Domaine de température ambiante				
c) Domaine d'humidité				
d) Altitude				
e) Conditions particulières d'environnement (par exemple les atmosphères corrosives, la poussière, les environnements humides)				
f) Rayonnement				
g) Vibrations, chocs				

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

h) Exigences particulières concernant l'installation et le fonctionnement (par exemple exigences de retardement au feu pour les câbles et les conducteurs)				
i) Transport et stockage (par exemple, les températures en dehors du domaine spécifié au Paragraphe 4.5)				
4. Alimentations électriques d'entrée				
Pour chacune des sources d'alimentation nécessaires, indiquer:				
a) Tension nominale (V)	Courant alternatif		Courant continu	
	Si courant alternatif, nombre de phases		Fréquence	
Courant de court-circuit présumé au point d'alimentation de l'appareil de levage (kA efficace) (voir aussi le point 2)				
b) Type de mise à la terre de l'alimentation de puissance (voir la CEI 60364-1)	TN (schéma dans lequel le point neutre est directement relié à la terre, avec le conducteur de protection (PE) relié directement à ce point); spécifier si le point mis à la terre est le point neutre (point central dans un schéma étoile) ou un autre point		TT (schéma dans lequel un point est directement relié à la terre, mais le conducteur de protection (PE) de l'appareil de levage n'est pas raccordé à ce point)	
	IT (schéma dans lequel aucun point n'est relié directement à la terre)			
c) L'équipement électrique doit-il être relié au conducteur neutre (N) de l'alimentation? (voir 5,1)	Oui		Non	
d) Interrupteur d'alimentation de grue				
La coupure du conducteur neutre (N) est-elle exigée?	Oui		Non	
Une liaison démontable pour la coupure du conducteur neutre (N) est-elle exigée?	Oui		Non	
Type d'interrupteur d'alimentation de grue à fournir				
5. Protection contre les chocs électriques (voir Article 6)				
a) Pour laquelle des classes de personnes suivantes l'accès à l'intérieur des enveloppes est-il demandé pendant le fonctionnement normal de l'équipement?	Personnes qualifiées (en électricité)		Personnes averties (en électricité)	
b) Faut-il fournir des fermetures à clé amovible pour verrouiller les portes ou les couvercles? (voir 6.2.2)	Oui		Non	
6. Protection de l'équipement (voir Article 7)				
a) L'utilisateur ou le fournisseur doit-il fournir la protection contre les surintensités des conducteurs d'alimentation? (voir 7.2.2)				
Type et calibre de réglage des dispositifs de protection contre les surintensités				
b) Puissance maximale des moteurs à courant alternatif triphasés pouvant être démarrés directement par l'alimentation (kW)				
c) Le nombre de dispositifs de détection de surcharge d'un moteur peut-il être réduit? (voir 7.3)	Oui		Non	
7. Fonctionnement				
Pour les systèmes de commande sans fil, spécifier le temps de retard avant arrêt automatique de l'appareil de levage provoqué en l'absence d'un signal de validation. (voir 9.2.7.3)				

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8. Interface opérateur et appareils de commande montés sur l'appareil de levage (voir Article 10)				
Préférences de couleurs particulières (par exemple pour s'aligner sur les machines existantes)	Marche		Arrêt	
	Autre			
9. Appareillage de commande				
Degré de protection des enveloppes (voir Paragraphe 11.3) ou conditions particulières:				
10. Pratiques de câblage (voir Article 13)				
Avez-vous besoin d'une méthode spécifique d'identification des conducteurs? (voir 13.2.1)	Oui		Non	
Type				
11. Accessoires et éclairage (voir Article 15)				
a) Un type particulier de socle de prise de courant est-il demandé?	Oui		Non	
Si oui, quel type?				
b) Les socles de prises de courant pour la maintenance sont-ils à fournir avec une protection supplémentaire par l'emploi de dispositifs de protection contre les courants résiduels (DDR)?	Oui		Non	
c) Si l'appareil de levage est équipé d'un éclairage local:	Tension la plus élevée admise (V)		Si le circuit d'éclairage n'est pas raccordé directement au réseau, quelle est la tension préférentielle ?	
12. Marquage, avertissements et désignations de référence (voir Article 16)				
a) Identification fonctionnelle (voir 16.3)				
Spécifications:				
b) Inscriptions/marquages spéciaux	Sur l'équipement électrique?		En quelle langue?	
c) Marque de certification	Oui		Non	
Si oui, laquelle?				
13. Documentation technique (voir Article 17)				
a) Documentation technique (voir 17.1)	Sur quel support?		En quelle langue?	
b) Taille, position et but des canalisations, chemins de câbles ouverts ou supports de câbles à fournir par l'utilisateur (voir Paragraphe 17.5)				
c) S'il existe des limitations particulières de dimensions ou de masse pouvant affecter le transport d'appareils de levage ou d'ensembles d'appareillages de commande particuliers sur le site d'installation, indiquer:	Les dimensions maximales		La masse maximale	
14. Utilisation prévue de l'appareil de levage (voir 12.4 et Annexe D)				
Quel est le nombre moyen de cycles de fonctionnement par heure? (Un cycle de fonctionnement comprend toutes les opérations dans tous les axes, commençant par le hissage d'une charge et terminant lorsque l'appareil de levage est prêt à hisser la charge suivante).				
Pendant combien de temps cette répétition de cycles peut-elle être maintenue sans interruption?				
Durée de l'interruption?				

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe C
(informative)

Courant admissible et protection contre les surintensités des conducteurs et câbles dans les équipements électriques des machines

Le but de la présente annexe est de donner des informations supplémentaires pour choisir les dimensions des conducteurs quand les conditions données au Tableau 7 (voir Article 12) doivent être modifiées (voir les notes du Tableau 7).

C.1 Conditions de fonctionnement générales

C.1.1 Température ambiante de l'air

Le courant maximal admissible pour des conducteurs isolés en PVC indiqué dans le Tableau 7 se rapporte à une température de l'air ambiant de +40 °C. Pour d'autres températures ambiantes, les facteurs de correction sont donnés dans le Tableau C.1.

Les facteurs de correction pour les câbles isolés au caoutchouc sont donnés par le fabricant.

Tableau C.1 – Facteurs de correction

Température ambiante de l'air °C	Facteur de correction
30	1,15
35	1,08
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58
NOTE Les facteurs de correction sont dérivés de la CEI 60364-5-52. La température maximale des conducteurs dans des conditions normales pour le PVC est égale à 70 °C.	

C.1.2 Méthodes d'installation

Dans les machines, les méthodes d'installation des conducteurs et câbles entre les enveloppes et les éléments individuels des équipements indiqués à la Figure C.1 sont considérées comme typiques (les lettres utilisées sont conformes à la CEI 60364-5-52).

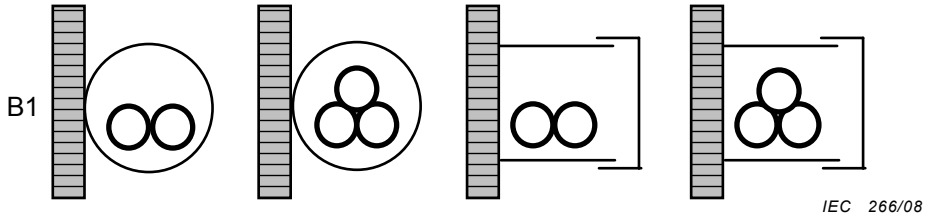
Méthode B1: utilisation de conduits (3.8) et de systèmes de goulottes (3.6) pour supporter et protéger les conducteurs ou les câbles à un seul conducteur;

Méthode B2: identique à B1, mais avec des câbles multiconducteurs;

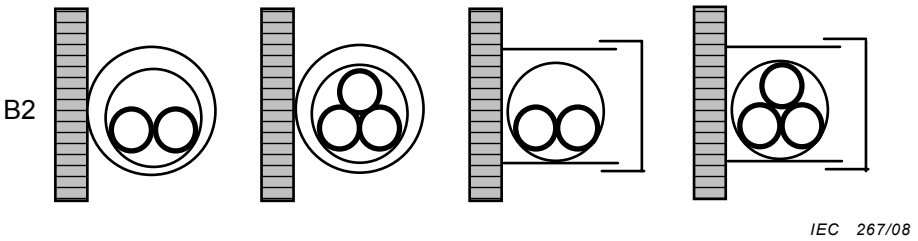
Méthode C: câbles multiconducteurs installés à l'air libre, sur des parois horizontales ou verticales sans vide entre les câbles sur les murs;

Méthode E: câbles multiconducteurs installés à l'air libre, sur chemins de câbles ouverts horizontaux ou verticaux (3.5).

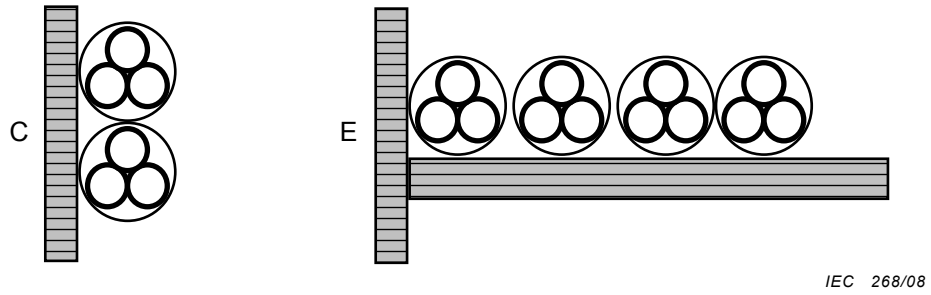
LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



Conducteurs/câbles à un seul conducteur dans des conduits et des systèmes de goulottes



Câbles dans des conduits et des systèmes de goulottes



Câbles au mur Câbles sur chemins de câbles ouverts

Figure C.1 – Méthodes d'installation des conducteurs et câbles indépendamment du nombre de conducteurs/câbles

C.1.3 Groupage

Lorsqu'on installe un plus grand nombre de conducteurs/câbles en charge, attribuer aux valeurs de I_z indiquées dans le Tableau 7 ou par le fabricant les facteurs de réduction des Tableaux C.2 ou C.3.

NOTE Les circuits avec I_b < 30 % de I_z ne nécessitent pas l'utilisation des facteurs de réduction.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau C.2 – Facteurs de réduction de I_Z pour groupage

Méthodes d'installation (voir Figure C.1) (voir Note 3)	Nombre de circuits/câbles chargés			
	2	4	6	9
B1 (circuits) et B2 (câbles)	0,80	0,65	0,57	0,50
C Couche simple sans espacement entre les câbles	0,85	0,75	0,72	0,70
E couche simple sur un chemin de câbles perforé sans intervalle entre les câbles	0,88	0,77	0,73	0,72
E comme précédemment, mais avec 2 ou 3 chemins de câbles espacés verticalement de 300 mm (voir Note 4)	0,86	0,76	0,71	0,66
Paires pour circuits de commande $\leq$ 0,5 mm^2 (indépendant des méthodes d'installation)	0,76	0,57	0,48	0,40

NOTE 1 Ces facteurs s'appliquent:

– aux câbles, tous étant chargés de façon égale, le circuit lui-même symétriquement chargé;

– aux groupes de circuits de conducteurs ou câbles isolés ayant la même température de fonctionnement maximale permise.

NOTE 2 Ces mêmes facteurs sont appliqués

– aux groupes de deux ou trois câbles à un conducteur;

– aux câbles multiconducteurs.

NOTE 3 Les facteurs sont dérivés de la CEI 60364-5-52.

NOTE 4 Un chemin de câbles perforé est un chemin de câbles sur lequel les trous occupent plus de 30 % de la surface du chemin de câble (dérivé de la CEI 60364-5-52).

Tableau C.3 – Facteurs de réduction de I_Z pour les câbles multiconducteurs jusqu'à 10 mm^2

Nombre de conducteurs chargés ou de paires	Conducteurs > 1 mm^2 (voir Note 3)	Paires (0,25 mm^2 à 0,75 mm^2)
1	-	1,0
3	1,0	-
5	0,75	0,39
7	0,65	0,34
10	0,55	0,29
24	0,40	0,21

NOTE 1 S'applique aux câbles multiconducteurs avec des conducteurs/paires également chargés.

NOTE 2 Pour le groupage de câbles multiconducteurs, voir les facteurs de réduction du Tableau C.2.

NOTE 3 Les facteurs sont dérivés de la CEI 60364-5-52.

C.2 Coordination entre les conducteurs et les dispositifs de protection assurant une protection contre les surcharges

La Figure C.2 illustre la relation entre les paramètres des conducteurs et les paramètres des dispositifs de protection assurant la protection contre les surcharges.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

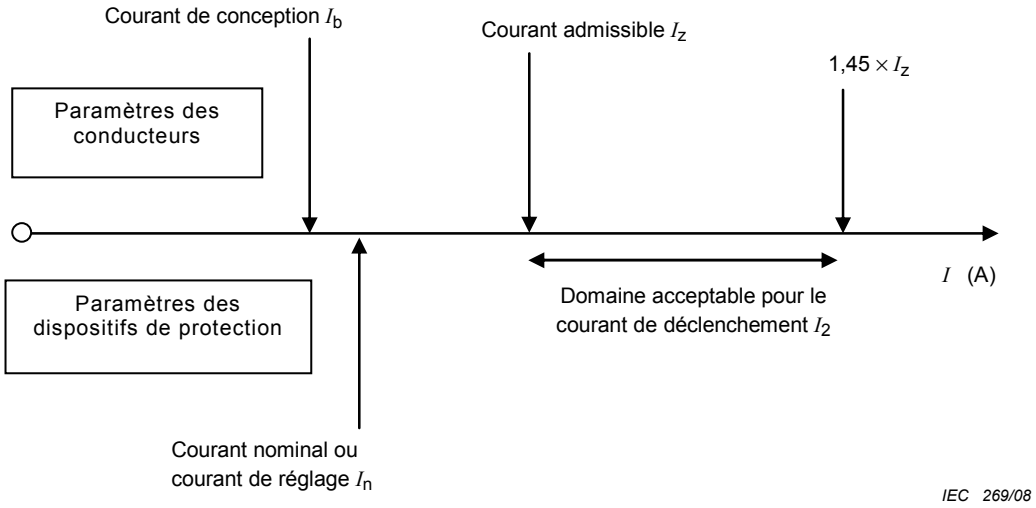


Figure C.2 – Paramètres des conducteurs et dispositifs de protection

La protection correcte d'un câble nécessite que les caractéristiques de fonctionnement d'un dispositif de protection (par exemple dispositif de protection contre les surintensités, dispositif de protection contre les surcharges moteur) protégeant le câble contre les surcharges satisfasse les deux conditions suivantes:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1{,}45 \times I_z \quad (2)$$

où

I_b est le courant pour lequel le circuit est conçu;

I_Z est le courant effectif admissible, en ampères, d'un câble en régime continu, selon le Tableau 7 pour des conditions d'installation particulières:

- température, réduction de I_Z, voir Tableau C.1;
- groupage, réduction de I_Z, voir Tableau C.2;
- câbles multiconducteurs, réduction de I_Z, voir Tableau C.3.

I_n est le courant nominal du dispositif de protection;

NOTE 1 Pour les dispositifs de protection réglables, le courant nominal I_n est le courant de réglage choisi.

I_2 est le courant minimal assurant le fonctionnement effectif du dispositif de protection en un temps spécifié (par exemple 1 h pour les dispositifs de protection jusqu'à 63 A).

Le courant I_2 assurant le fonctionnement effectif du dispositif de protection est donné dans la norme de produit ou peut être fourni par le fabricant.

NOTE 2 Pour les conducteurs des circuits de moteurs, la protection contre les surcharges pour le(s) conducteur(s) peut être assurée par la protection contre les surcharges pour le(s) moteur(s), alors que la protection contre les courts-circuits est assurée par les dispositifs de protection contre les courts-circuits.

Si un dispositif qui assure à la fois une protection contre les surcharges et contre les courts-circuits est utilisé conformément à cet article pour la protection contre les surcharges pour le(les) conducteur(s), il n'assure pas une protection complète dans tous les cas (par exemple en cas de surcharge avec des courants inférieurs à I_2), ni n'aboutira nécessairement à une solution économique. De ce fait, un tel dispositif peut se révéler inadapté si des surcharges avec des courants inférieurs à I_2 sont susceptibles de se produire.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

C.3 Protection des conducteurs contre les surintensités

Tous les conducteurs doivent être protégés contre les surintensités (voir 7.2) par des dispositifs de protection insérés sur tous les conducteurs actifs, de façon telle que tout courant de court-circuit traversant un câble soit interrompu avant que le conducteur n'ait pu atteindre la température maximale admissible.

NOTE Pour les conducteurs neutres, voir 7.2.3, deuxième alinéa.

Tableau C.4 – Températures maximales admissibles du conducteur en conditions normales et conditions de court-circuit

Type d'isolation	Température maximale en conditions normales °C	Température limite de conducteur en conditions de court-circuit[a] °C
Polychlorure de vinyle (PVC)	70	160
Caoutchouc	60	200
Polyéthylène réticulé (PR)	90	250
Ethylène propylène composé (EPR)	90	250
Caoutchouc siliconé (SiR)	180	350
NOTE Pour les températures limites de conducteurs supérieures à 200 °C, ni les conducteurs étamés ni les conducteurs nus en cuivre ne sont adaptés. Les conducteurs en cuivre recouverts d'argent ou recouverts de nickel sont adaptés pour une utilisation au-dessus de 200 °C.		
[a] Ces valeurs sont basées sur l'hypothèse d'un comportement adiabatique pendant une durée ne dépassant pas 5 s.		

En pratique, les exigences de 7.2 sont satisfaites si le dispositif de protection, pour un courant I, interrompt le circuit en un temps qui, en aucun cas, ne dépasse le temps t avec t < 5 sec.

Les valeurs du temps t, en secondes, doivent être calculées par la formule suivante:

$$t = (k \times S/I)^2$$

où

S est la section droite en millimètres carrés;

I est le courant effectif de court-circuit, en ampères, exprimé, pour l'alternatif, en valeur efficace;

k est le facteur indiqué pour les conducteurs en cuivre lorsqu'ils sont isolés avec le matériau suivant:

PVC	115
Caoutchouc	141
Caoutchouc siliconé	132
PR (polyéthylène réticulé)	143
Ethylène propylène composé	143

L'usage de fusibles avec des caractéristiques gG ou gM (voir la CEI 60269-1) et de disjoncteurs avec les caractéristiques B et C selon la série CEI 60898, garantit que les limites de températures dans le Tableau C0,4 ne seront pas dépassées, sous réserve que le courant nominal I_n soit choisi selon le Tableau 7, où $I_n \leq I_z$.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe D
(informative)

Choix des conducteurs en régime intermittent

D.1 Généralités

Pour des applications particulières où le dimensionnement correct du conducteur peut dépendre de la relation entre la durée du cycle de fonctionnement et la constante de temps thermique du conducteur, il est recommandé de consulter le fabricant de conducteurs. Il convient que les conducteurs en régime intermittent soient choisis conformément aux instructions du fabricant du conducteur. Si de telles informations ne sont pas disponibles, les critères présentés dans la présente annexe peuvent être utilisés.

La méthode présentée à l'Article D.2 suppose que le cycle se compose d'un état actif et d'un état inactif. Pendant l'état actif, le courant est à un niveau constant et pendant l'état inactif, il n'y a pas de courant. La durée du cycle (état actif plus état inactif) est supposée être de 10 min.

Si la durée du cycle est différente de 10 min, il peut être calculé conformément à l'Article D.3.

Dans certaines applications, le courant pendant l'état actif varie et la durée du cycle peut également varier. Le courant thermique équivalent représentant ces variations peut être calculé en appliquant D.4.

D.2 Régime intermittent avec un cycle de 10 min

Il convient que le choix du conducteur en régime intermittent soit effectué conformément aux instructions du fabricant du conducteur. Si de telles informations ne sont pas disponibles, les critères présentés dans le présent paragraphe peuvent être utilisés.

Le Tableau D.1 définit le facteur de correction f_{ED} pour le courant admissible du conducteur en régime intermittent lorsque la durée du cycle de fonctionnement est de 10 min.

Le facteur de correction dépend de la durée du cycle de charge par rapport à la constante de temps thermique du conducteur. L'utilisation intermittente se compose des éléments suivants:

– état actif (Ta);
– état inactif (Ti).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau D.1 – Facteur de correction pour une cycle de 10 min

Section	f_{ED} pour un cycle de 10 min Ta / (Ta + Ti)			
mm^2	0,6	0,4	0,25	0,15
1,5	1,044	1,120	1,265	1,505
2,5	1,058	1,150	1,315	1,580
4	1,075	1,183	1,369	1,660
6	1,092	1,215	1,421	1,737
10	1,116	1,260	1,493	1,842
16	1,139	1,303	1,561	1,942
25	1,161	1,344	1,626	2,037
35	1,177	1,373	1,673	2,105
50	1,193	1,403	1,719	2,173
70	1,207	1,429	1,760	2,231
95	1,219	1,450	1,793	2,280
120	1,227	1,464	1,816	2,314
150	1,234	1,477	1,836	2,343
185	1,240	1,488	1,854	2,369
240	1,247	1,501	1,874	2,397
300	1,252	1,510	1,888	2,419

D.3 Régime intermittent avec toute durée de cycle

Si la durée du cycle de fonctionnement est inférieure à 10 min, des facteurs de correction plus élevés qu'au Tableau D.1 peuvent être utilisés, et si la durée du cycle de fonctionnement est supérieure, il convient alors d'appliquer des facteurs de correction inférieurs. Les facteurs de correction de tout cycle de fonctionnement particulier peuvent être calculés à l'aide de la formule suivante:

$$f_{ED} = \sqrt{\frac{1 - e^{-\left(\frac{Ta + Ti}{T}\right)}}{1 - e^{-\left(\frac{Ta}{T}\right)}}}$$

où T est la constante de temps thermique du conducteur, qui peut être tirée du Tableau D.2.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau D.2 – Constante de temps thermique des conducteurs

Section (mm^2)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
T (min)	2,7	3,1	3,6	4,2	5,2	6,4	7,9	9,4	11,3	13,6	16,1	18,4	21,0	23,7	27,7	31,8

D.4 Calcul du courant thermique équivalent

Pour les utilisations en régime périodique et intermittent, où il y a par exemple de fréquents démarrages moteur, il est recommandé de choisir des conducteurs adaptés au courant thermique équivalent, I_q. I_q est également utilisé pour la coordination avec la protection contre les surintensités. I_q peut être calculé comme suit:

$$I_q = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{N} I_k^2 \times t_k}{t_s}}$$

où

I_q est le courant thermique équivalent, en ampères;

t_s est la durée de cycle opératoire, en secondes;

I_k, t_k sont le courant et la durée des segments du cycle de fonctionnement.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

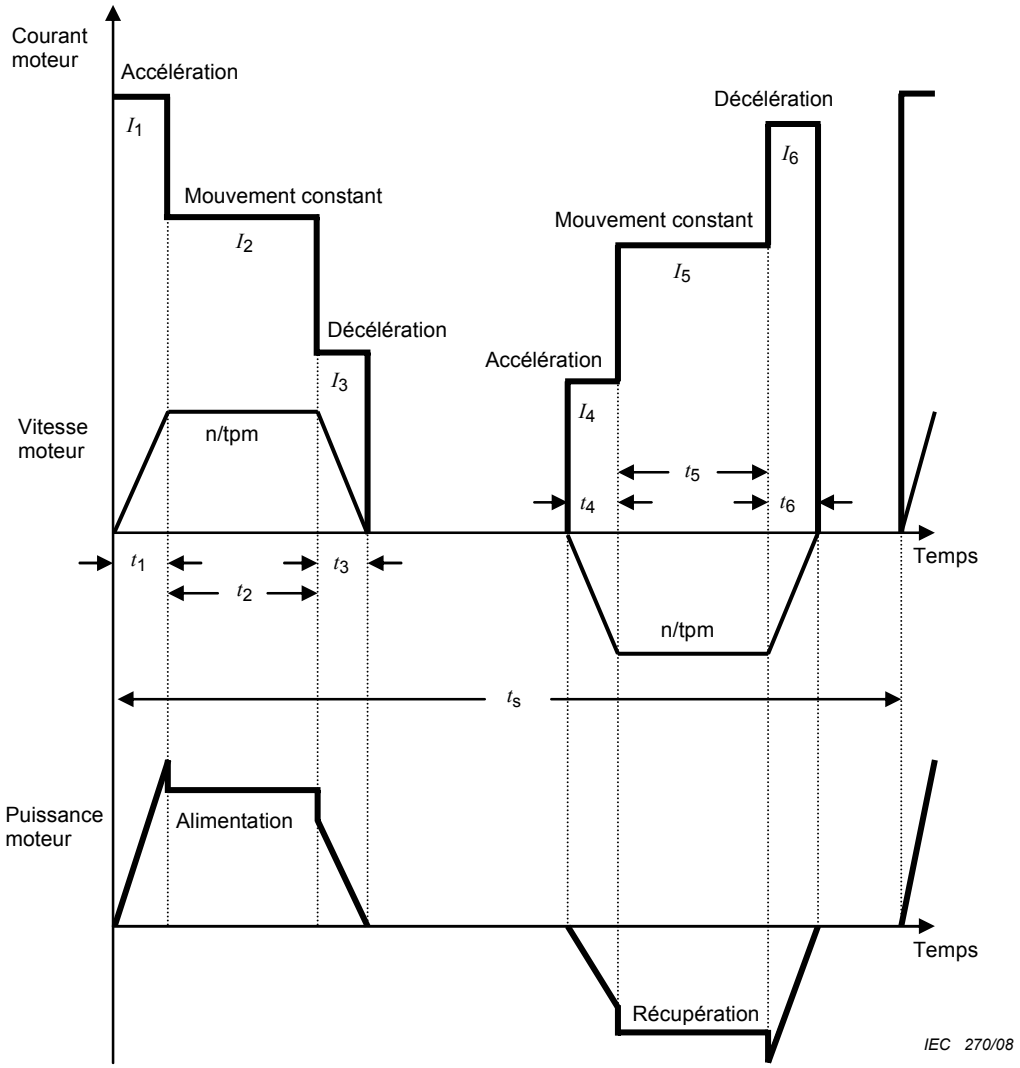


Figure D.1 – Exemple de courant et de durée des segments du cycle de fonctionnement d'un mécanisme de levage à courant alternatif à vitesse variable

Par exemple, le courant thermique équivalent pour le cycle de fonctionnement illustré sur la Figure D.1 peut être calculé à l'aide de la formule suivante:

$$I_q = \sqrt{\frac{I_1^2 \times t_1 + I_2^2 \times t_2 + I_3^2 \times t_3 + I_4^2 \times t_4 + I_5^2 \times t_5 + I_6^2 \times t_6}{t_s}}$$

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe E
(informative)

Explication sur les fonctions de manœuvre d'urgence

NOTE Ces concepts sont présentés ici pour aider le lecteur à comprendre le domaine d'application de ces termes, bien que deux seulement d'entre eux soient utilisés dans la présente norme.

Manœuvre d'urgence

Une manœuvre d'urgence comprend séparément ou ensemble

– l'arrêt d'urgence;
– le démarrage d'urgence;
– la coupure d'urgence;
– la mise sous tension d'urgence.

Arrêt d'urgence

Manœuvre d'urgence destinée à arrêter un processus ou un mouvement devenu dangereux.

Démarrage d'urgence

Manœuvre d'urgence destinée à démarrer un processus ou un mouvement pour éliminer ou éviter une situation dangereuse.

Coupure d'urgence

Manœuvre d'urgence destinée à couper l'alimentation électrique de tout ou partie d'une installation s'il y a risque de choc électrique ou tout autre risque d'origine électrique.

Mise sous tension d'urgence

Manœuvre d'urgence destinée à mettre sous tension l'alimentation électrique d'une partie d'installation destinée à être utilisée dans des situations d'urgence.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe F
(informative)

Comparaison des sections usuelles de conducteurs

Le Tableau F.1 donne un état comparatif des sections de conducteurs du système AWG en millimètres carrés, pouces carrés et mils circulaires.

Tableau F.1 – Comparaison des dimensions de conducteurs

Dimension du conducteur	Calibre n°	Section		Résistance du cuivre en courant continu à 20°C	Circular mils
mm^2	(AWG)	mm^2	$pouces^2$	Ohms par km	
0,2		0,196	0,000304	91.62	387
	24	0,205	0,000317	87.60	404
0,3		0,283	0,000438	63.46	558
	22	0,324	0,000504	55.44	640
0,5		0,500	0,000775	36.70	987
	20	0,519	0,000802	34.45	1020
0,75		0,750	0,001162	24.80	1480
	18	0,823	0,001272	20.95	1620
1,0		1,000	0,001550	18.20	1973
	16	1,31	0,002026	13.19	2580
1,5		1,500	0,002325	12.20	2960
	14	2,08	0,003228	8.442	4110
2,5		2,500	0,003875	7.56	4934
	12	3,31	0,005129	5.315	6530
4		4,000	0,006200	4.700	7894
	10	5,26	0,008152	3.335	10380
6		6,000	0,009300	3.110	11841
	8	8,37	0,012967	2.093	16510
10		10,000	0,001550	1.840	19735
	6	13,3	0,020610	1.320	26240
16		16,000	0,024800	1.160	31576
	4	21,1	0,032780	0.8295	41740
25		25,000	0,038800	0.7340	49338
	2	33,6	0,052100	0.5211	66360
35		35,000	0,054200	0.5290	69073
	1	42,4	0,065700	0.4139	83690
50		47,000	0,072800	0.3910	92756

La résistance pour des températures autres que 20 °C peut être trouvée à l'aide de la formule:

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

$R = R_1$ [1+0,00393 (t-20)]

où

R_1 est la résistance à 20 °C;

R est la résistance à une température t °C.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Bibliographie

CEI 60038, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60050-191, *Vocabulaire Electronique International (VEI) – Partie 191: Sûrete de fonctionnement et qualité de service*

CEI 60050-195, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 195: Mise à la terre et protection contre les chocs électriques*

CEI 60050-411, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 411: Machines tournantes*

CEI 60050-441, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

CEI 60050-442, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 442: Petit appareillage*

CEI 60050-826, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 826: Installations électriques*

CEI 60204-11, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 11: Prescriptions pour les équipements HT fonctionnant à des tensions supérieures à 1 000 V c.a. ou 1 500 V c.c. et ne dépassant pas 36 kV*

CEI 60204-31, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 31: Règles particulières de sécurité et de CEM pour machines à coudre, unités et systèmes de couture*

CEI 60228, *Ames des câbles isolés*

CEI 60269-1, *Fusibles basse tension – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60287 (toutes les parties), *Câbles électriques – Calcul du courant admissible*

CEI 60320-1*, Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 60335 (toutes les parties), *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité*

CEI 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

CEI 60757, *Code de désignation de couleurs*

CEI 60870-5-1, *Matériels et systèmes de téléconduite – Cinquième partie: Protocoles de transmission – Section un: Formats de trames de transmission*

CEI 60884-1*, Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Règles générales*

CEI 60898 (toutes les parties), *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CEI 60909 (toutes les parties), *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif*

CEI/TR 60947-5-2, *Appareillage à basse tension – Partie 5-2: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Détecteurs de proximité*

CEI 61000-5-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 5: Guides d'installation et d'atténuation – Section 2: Mise à la terre et câblage*

CEI 61000-6-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-1: Normes génériques – Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

CEI 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

CEI 61000-6-3 :2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-3: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

CEI 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

CEI 61084 (toutes les parties), *Systèmes de goulottes et de conduits profilés pour installations électriques*

CEI 61180-2, *Techniques des essais à haute tension pour matériel à basse tension – Partie 2: Matériel d'essai*

CEI/TR 61200-53, *Guide pour les installations électriques – Partie 53*: *Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Appareillage*

CEI 61496-1, *Sécurité des machines – Equipements de protection électro-sensibles – Partie 1: Prescriptions générales et essais*

CEI 61557 (toutes les parties), *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 c.a. et 1 500 c.a. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection*

CEI 61558-2-17, *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues – Partie 2: Règles particulières pour les transformateurs pour alimentation à découpage*

CEI 61800 (toutes les parties), *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable*

CEI 61984 (toutes les parties), *Connecteurs – Prescriptions de sécurité et essai*

CEI 62305 (toutes les parties), *Protection contre la foudre*

Guide CEI 106, *Guide pour la spécification des conditions d'environnement pour la fixation des caractéristiques de fonctionnement des matériels*

ISO 14118:2000, *Sécurité des machines – Prévention de la mise en marche intempestive*

ISO 14122-1:2001, *Sécurité des machines – Moyens d'accès permanents aux machines – Partie 1: Choix d'un moyen d'accès fixe entre deux niveaux*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ISO 14122-2:2001, *Sécurité des machines – Moyens d'accès permanents aux machines – Partie 2: Plates-formes de travail et passerelles*

ISO 14122-3:2001, *Sécurité des machines – Moyens d'accès permanents aux machines – Partie 3: Escaliers, échelles à marches et garde-corps*

CENELEC HD 516 S2, *Guide d'emploi des câbles harmonisés à basse tension*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Index

Cet index énumère, par ordre alphabétique, les termes définis à l'Article 3 et indique où ils sont utilisés dans le texte de la présente norme.

A

organe de commande **3.1**, 3.20, 5.3.6.2, 9.2.5.4.1, 9.2.7.2, 9.3.4, 10.1.2, 10.2.1, 10.2.2, 10.4, 10.6, 10.7.3, 10.8.2, 10.8.3, 10.9, 14.6

température ambiante **3.2**, 4.4.3, 12.1, 12.4 Tableau 5, A.4.3, Annexe B 3., C.1.1

B

barrière de protection (électrique) **3.3**, 3.22, 3.26, 3.27, 3.35, 5.3.6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.5, 11.2.1, 11.2.2, 12.7.1, 13.1.3, 13.4.3

C

appareil de levage commandé par cabine **3.4**, 9.2.5.1

chemin de câbles (tablette) **3.5**, 13.4.2, 13.5.1, 17.4, Annexe B 13., C.1.2, C.1.3

système de goulottes **3.6**, 3.21, 13.1.3, 13.4.2, 13.5.1, 13.5.6, 13.5.7, C.1.2

concomitant **3.7**, 9.2.5.2, 9.2.5.7

conduit **3.8**, 3.21, 13.1.1, 13.1.3, 13.4.2, 13.4.3, 13.5.1, 13.5.3, 13.5.4, 13.5.5, 14.4, C.1.2

circuit de commande **3.9**, 3.10, 3.53, 4.1, 4.2.2, 5.3.8, 5.4, 7.2.4, 8.3.2, 9.1, 9.1.1, 9.1.2, 9.1.3, 9.4.1, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.3, 11.2.2, 12.2 Tableau 5, 12.3 Tableau 7, 12.7.8, 13.2.4, 13.4.5, C.1.3 Tableau C.2

appareil de commande **3.10**, 3.7, 3.24, 3.25, 3.36, 7.1, 9.1, 9.1.1, 9.2.4, 9.2.5.2, 9.2.6.1, 9.2.6.3, 9.2.6.4, 9.3.4, 9.4.2.1, 10.1.1, 10.1.2, 10.1.3, 10.1.5, 10.5, 10.9, 10.2.1, 10.2.2, 13.3, 16.3, 16.5, 17.6, Annexe B 8.

appareillage de commande **3.11**, 6.3.2.2, 9.2.5.4.3, 11.1, 11.2.1, 11.2.2, 11.3, 11.5.1, 11.5.2, 16.4, Annexe B 9., Annexe B 13.

arrêt contrôlé **3.12**, 9.2.2

grue **3.13**, Figure 1, Figure 2, 1, 4.3.2, 4.6, 5.3.8, 7.8, 7.9, 8.2.1, 8.2.6, 9.2.7.5, 10.7.1, 12.7.1

sectionneur de grue **3.14**, 5.3.1, 5.3.2 Figure 3, 5.3.6.1, 5.3.6.2, 5.3.8, 5.4, 5.5, 6.2.2, 7.9, 10.7.4, 10.8.4, 12.7.1, 15.1, 15.2.2, 16.2.1

interrupteur d'alimentation de grue **3.15**, 1, 4.3.1, 4.3.2, 5.1, 5.3.1, 5.3.2 Figure 3, 5.3.5, 5.3.6.1, 6.2.2, 7.9, 9.2.5.4.2, 10.7.4, 10.8.4, 12.5, 16.2.1, Annexe B 4.

interrupteur de grue **3.16**, 4.3.2, 5.3.1, 5.3.2 Figure 3, 5.3.6.1, 5.3.7.1, 5.3.7.2, 7.1, 9.2.5.4.2, 9.2.7.2, 9.2.7.3

courant admissible **3.17**, 3.50, 7.2.8, 8.2.3, 12.4, 12.6.3, C.2

D

contact direct **3.18**, 3.3, 3.27, 3.49, 6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.4, 6.4.1, 9.2.5.4.3, 10.1.3, 12.7.1

manœuvre positive d'ouverture **3.19**, 9.4.2.1, 10.1.4, 10.8.2

appareil de sectionnement **3.20**, 3.14, 5.3.3, 5.3.7.2, 5.5, 5.6, 6.2.2, 7.2.3, 18.2.2

canalisation **3.21**, 7.2.8, 8.2.3, 12.3, 12.7.8, 13.1.3, 13.3, 13.4.1, 13.4.2, 13.5.1, 13.5.2, 17.4, Annexe B 23.

E

zone de service électrique **3.22**, 5.5, 9.2.5.4, 11.3, 11.5.2

équipement électronique **3.23**, 1, 4.3.3, 9.4.2.3

appareil d'arrêt d'urgence **3.24**, 9.2.4, 9.2.7.3, 10.7, 10.8.1

appareil de coupure d'urgence **3.25**, 5.3.5.3, 10.8

zone fermée de service électrique **3.26**, 5.4, 5.6, 6.2.2, 8.2.4, 15.1

enveloppe **3.27**, 3.6, 3.11, 3.36, 4.4.2, 5.3.3, 6.2.2, 6.2.4, 7.2.8, 8.2.3, 8.2.5, 9.4.3.1, 10.1.1, 10.8.1, 10.8.2, 11.2.1, 11.2.2, 11.3, 11.4, 11.5.1, 11.5.3, 12.2, 12.4, 12.7.1, 12.7.8, 13.3, 13.4.1, 13.4.2, 13.4.5, 13.5.6, 14.2, 15.1, 15.2.2, 16.2.1, 16.4, 16.5, Annexe B 5., Annexe B 9.,.24, C.1.2

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

équipement	**3.28**, 1, 3.2, 3.6, 3.9, 3.11, 3.22, 3.23, 3.26, 3.27, 3.30, 3.34, 3.47, 3.53, 3.58, 3.63, 3.66, 3.68, 3.70, 4.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.3.1, 4.3.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 5.1, 5.2, 5.3.3, 5.3.5.2, 5.3.6.1, 5.3.7.1, 5.3.8, 5.4, 5.5, 6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2.1, 6.3.2.2, 6.4.1, 7, 7.1, 7.2.2, 7.2.5, 7.7, 7.9, 8.1, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.2.7, 8.4, 9.2, 9.2.5.4.2, 9.4.1, 9.4.2.3, 11.1, 11.2.1, 11.2.2, 11.3, 11.4, 11.5.1, 11.5.3, 12.2, 12.3, 12.4, 12.7.6, 13.3, 13.4.2, 13.4.5, 13.5.3, 14.1, 14.5, 15.1, 15.2, 16.2.1, 16.2.2, 16.3, 16.4, 16.5, 17, 18.1, 18.2.3, 18.3, 18.4, 18.6, 18.7, A.1, A.3, A.4.2, Annexe B, Annexe C, C.1.2
liaison équipotentielle	**3.29**, 3.34, 3.54, 8, 8.1
masse (partie conductrice accessible)	**3.30**, 3.38, 3.56, 6.3.1, 6.3.2.3, 6.3.3, 7.2.3, 8.2.1, 8.2.3, 8.2.5, 8.4, A.1, A.2, A.3
élément conducteur étranger	**3.31**, 3.56, 8.2.1, A.3
F	
défaillance	**3.32**, 3.33, 3.55, 4.1, 5.3.8, 7.2.10, 8.1, 8.2.5, 8.3, 9.3.4, 9.4, 9.4.1, 9.4.2, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.2
défaut	**3.33**, 3.30, 3.32, 3.38, 3.51, 3.64, 4.1, 6.1, 6.3.2.2, 6.3.2.3, 6.3.3, 6.4.2, 7.1, 7.2.9, 7.7, 8.1, 8.2.1, 8.2.7, 9.2.5.1, 9.2.7.2, 9.2.7.3, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 17.6, 18.2.2, 18.2.3 Tableaux 9+10, A.1, A.2, A.4.1, A.4.2, A.4.3
liaison fonctionnelle	**3.34**, 4.4.2, 8.1, 8.3
G	
protecteur	**3.35**, 3.41, 3.60, 9.3.1, 9.4.1, 9.4.2.3, 10.7.2, 12.7.1, 17.2
H	
dispositif portable à commande directe	**3.36**, 9.1, 10.1.1
phénomène dangereux (risque)	**3.37**, 3.40, 3.60, 3.61, 3.65, 4.1, 5.4, 6.2.2, 6.2.4, 8.2.5, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.4.2.3, 10.7.1, 11.2.3, 12.1, 12.3, 13.1.4, 16.2.1, 16.2.2, 17.2
I	
contact indirect	**3.38**, 6.1, 6.3, 8.1, 10.1.1, 15.1, 18.1, Annexe A
système d'alimentation par induction	**3.39**, 5.5, 13.1.4
personne avertie (en électricité)	**3.40**, 3.22, 3.26, 5.5, 6.2.2, 12.7.1, Annexe B 5.
verrouillage (pour la protection par protecteur)	**3.41**, 5.3.3, 5.3.5.1, 5.3.2.3, 5.3.8, 5.6, 6.2.2, 9.2.5.1, 9.2.5.2, 9.2.5.3, 9.3, 9.3.1, 9.3.3, 9.3.4, 9.4.1, 9.4.2.3, 11.2.2, 13.4.5, 17.2
L	
dispositif limiteur	**3.42,** 9.2.5.1, 9.3.2
partie active	**3.43**, 3.18, 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2.3, 6.3.3, 6.4.1, 8.2.5, 8.2.7, 11.5.4, 12.7.1, 13.4.5, 13.4.7, A.1
M	
actionneur	**3.44**, 3.12, 3.45, 3.69, 9.2.2, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.3.4, 14.6
machine	**3.45**, 3.33, Annexe B 8.
appareil de levage commandé manuellement	**3.46**, 7.5, 9.2.5.1, 9.2.5.5
marquage	**3.47**, 5.3.6.1, 6.2.2, 9.4.3.1, 10.2.2, 11.2.1, 11.2.2, 13.1.1, 13.2.2, 16, 16.1, 16.3, 16.4, Annexe B 12.
N	
conducteur (de) neutre (symbole N)	**3.48**, 5.1, 5.3.3, 7.2.3, 7.3.2, 9.4.3.1, 12.7.2, 13.2.3, 13.2.4, Annexe B 4., C.3
O	
obstacle de protection (électrique)	**3.49**, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.6, 9.2.5.4.3, 11.2.1, 12.7.1
surintensité	**3.50**, 3.51, 3.64, 6.3.3, 7.1, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3, 7.2.4, 7.2.5, 7.2.6, 7.2.7, 7.2.8, 7.2.9, 7.2.10, 7.7, 8.2.4, 9.1.3, 9.4.3.1, 9.4.4, 14.1, 14.6, 15.1, 15.2.2, 17.4, 18.2.2, A.1, A.2, Annexes B 6., C.2, C.3, D.4
surcharge (d'un circuit)	**3.51**, 7.1, 7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 9.2.5.5, 9.4.3.1, 14.1, 14.6, 15.1, Annexes B 6., C.2

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

P

ensemble fiche-prise	**3.52**, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.6.2, 5.6, 8.2.4, 11.2.1, 13.1.2, 13.3, 13.4.5, 13.4.6, 18.2.3 Tableau 10
circuit de puissance	**3.53**, 3.36, 3.45, 4.1, 7.2.3, 9.1.1, 11.2.2, 12.2 Tableau 5, 12.7.8, 13.2.4, 18.3, 18.4
liaison de protection	**3.54**, 3.55, 3.56, 6.3.3, 8.1, 8.2.1, 8.2.6, 8.2.7, 12.7.8, 13.4.5, 15.1, A.1, A.4
circuit de protection	**3.55**, 5.1, 6.4.1, 7.2.4, 8.1, 8.2.1, 8.2.3, 8.2.4, 8.2.5, 8.2.7, 8.4, 9.1.1, 9.4.2.1, 9.4.3.1, 12.7.2, 13.1.1, 13.4.5, 13.5.1, 15.1, 15.2.1, 18.2.2, 18.2.3, 18.3, 18.4, A.3
conducteur de protection	**3.56**, 3.55, 5.1, 5.2, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.2.6, 8.2.7, 8.4, 12.7.2, 12.7.3, 12.7.4, 13.1.1, 13.1.2, 13.2.2, 13.2.4, 18.2.2, A.1, A.2, A.4.1 Annexe B 4.

R

redondance	**3.57**, 9.4.1, 9.4.2.2
désignation de référence	**3.58**, 11.2.1, 16.5, 17.3, 17.9, Annexe B 12.
risque	**3.59**, 3.25, 3.40, 3.43, 3.54, 3.61, 3.62, 3.65, 4.1, 4.2, 5.4, 6.3.1, 7.5, 7.9, 9.2.5.3, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.2, 9.2.6.2, 9.2.7.3, 9.2.7.5, 9.3.2, 9.4.1, 9.4.2, 10.8.1, 11.4, 11.5.1, 13.1.1, 13.4.2, 16.2.1, 16.2.2, 17.2, Annexe E

S

protecteur de sécurité	**3.60**, 9.3.1, 17.2
protection	**3.61**, 3.41, 4.1, 9.2.4, 17.2, 18.6
fonction de commande relative à la sécurité (circuit de commande relatif à la sécurité)	**3.62**, 4.2.2, 9.2, 9.4.3, 10.1.4, 12.3
plancher de service	**3.63**, 5.3.4, 10.1.2, 11.2.1
courant de court-circuit	**3.64**, 7.2.9, 7.2.10, 12.7.8, Annexes B 4., C.3
personne qualifiée (en électricité)	**3.65**, 3.22, 3.26, 3.40, 5.5, 6.2.2, 12.7.1, Annexe B 5.
fournisseur	**3.66**, 4.1, 4.2.2, 4.3.1, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 4.7, 6.2.2, 7.2.2, 10.3.2, 11.2.2, 12.3, 13.2.1, 16.3, 16.4, 17.3, 17.9, A.2, Annexe B, Annexe B 6.
appareil de connexion	**3.67**, 3.11, 3.15, 3.16, 3.36, 5.3, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4, 6.2.4, 7.2.10, 7.3.2, 8.2.4, 9.2.5.3, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.4.2.1, 13.4.4, 13.4.5

T

borne	**3.68**, 3.56, 4.4.2, 5.1, 5.2, 6.2.2, 6.4.2, 7.2.7, 7.9, 8.2.1, 8.2.6, 8.2.7, 9.4.3.1, 11.2.1, 11.2.2, 11.5.1, 13.1.1, 13.1.2, 13.3, 13.4.4, 13.4.6, 13.4.7, 14.4, 17.6, 18.2.2, 18.2.3 Tableau 10, A.4

U

arrêt non contrôlé	**3.69**, 9.2.2
utilisateur	**3.70**, 1, 3.66, 4.1, 4.3.1, 4.3.2, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 7.3.2, 10.3.2, 11.2.3, 13.2.1, 14.5, 16.3, 17.3, 17.4, 17.9, Annexe B, Annexe B 6., Annexe B 13.

———————

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
P.O. 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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.