

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
1639**

Première édition
First edition
1996-12

**Raccordements directs entre transformateurs de
puissance et appareillage sous enveloppe
métallique à isolation gazeuse de tension assignée
égale ou supérieure à 72,5 kV**

**Direct connection between power transformers and
gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated
voltages of 72,5 kV and above**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1639: 1996

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**RAPPORT
TECHNIQUE – TYPE 2
TECHNICAL
REPORT – TYPE 2**

**CEI
IEC
1639**

Première édition
First edition
1996-12

**Raccordements directs entre transformateurs de
puissance et appareillage sous enveloppe
métallique à isolation gazeuse de tension assignée
égale ou supérieure à 72,5 kV**

**Direct connection between power transformers and
gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated
voltages of 72,5 kV and above**

© CEI 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni
utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé,
électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les
microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	8
3 Définitions.....	10
4 Limites de fourniture.....	12
5 Caractéristiques assignées	12
5.1 Tension assignée	12
5.2 Niveau d'isolement assigné	14
5.3 Courant assigné en service continu et échauffement.....	14
5.4 Courant de courte durée admissible assigné, valeur de crête du courant admissible assigné et durée de court-circuit assignée	14
5.5 Pression assignée de remplissage p_{re} (ou masse volumique) du gaz pour l'isolement.....	14
6 Prescriptions pour la conception et la construction.....	14
6.1 Prescriptions pour la tenue à la pression.....	14
6.2 Efforts mécaniques appliqués sur l'interface de raccordement	16
6.3 Efforts mécaniques appliqués sur la bride de la traversée	16
6.4 Vibrations	18
7 Dimensions normales et prescriptions spéciales	18
8 Essais.....	18
8.1 Généralités.....	18
8.2 Essais diélectriques de type	20
8.3 Essais de type de tenue à la flexion	20
8.4 Essai individuel de série de la traversée à la pression externe	20
8.5 Essais individuels de série d'étanchéité au gaz.....	22
9 Renseignements à donner dans les appels d'offre, les soumissions et les commandes	22
10 Règles pour le transport, le stockage, l'installation, la conduite et la maintenance	22
Figures	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope and object	9
2 Normative references	9
3 Definitions	11
4 Limits of supply	13
5 Rating	13
5.1 Rated voltage	13
5.2 Rated insulation level	15
5.3 Rated normal current and temperature rise	15
5.4 Rated short-time withstand current, rated peak withstand current and rated duration .. of short circuit	15
5.5 Rated filling pressure p_{re} (or density) of gas for insulation	15
6 Design and construction requirements	15
6.1 Pressure withstand requirements	15
6.2 Mechanical forces applied on the connection interface	17
6.3 Mechanical forces applied on the bushing flange	17
6.4 Vibrations	19
7 Standard dimensions and special requirements	19
8 Tests	19
8.1 General	19
8.2 Dielectric type tests	19
8.3 Cantilever load withstand type tests	21
8.4 Routine external pressure test of the bushing	21
8.5 Gas tightness routine tests	23
9 Information to be given with enquiries, tenders and orders	23
10 Rules for transport, storage, erection, operation and maintenance	23
Figures	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RACCORDEMENTS DIRECTS ENTRE TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE ET APPAREILLAGE SOUS ENVELOPPE MÉTALLIQUE À ISOLATION GAZEUSE DE TENSION ASSIGNÉE ÉGALE OU SUPÉRIEURE À 72,5 kV

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques des types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

La CEI 1639, rapport technique de type 2, a été établie par le sous-comité 17C: Appareillage à haute tension sous enveloppe, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**DIRECT CONNECTION BETWEEN POWER TRANSFORMERS
AND GAS-INSULATED METAL-ENCLOSED SWITCHGEAR
FOR RATED VOLTAGES OF 72,5 kV AND ABOVE**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

IEC 1639, which is a technical report of type 2, has been prepared by subcommittee 17C: High-voltage enclosed switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
17C/173/CDV	17C/180/RVC

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce rapport technique.

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 conformément au paragraphe G.3.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine de l'appareillage à haute tension sous enveloppe, car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en oeuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

The text of this technical report is based on the following documents:

Committee draft	Report on voting
17C/173/CDV	17C/180/RVC

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

This document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.3.2.2 of part 1 of the IEC/ISO Directives) as a prospective standard for provisional application” in the field of high-voltage enclosed switchgear and controlgear because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This document is not to be regarded as an “International Standard”. It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for a further three years of conversion to an International Standard or withdrawal.

RACCORDEMENTS DIRECTS ENTRE TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE ET APPAREILLAGE SOUS ENVELOPPE MÉTALLIQUE À ISOLATION GAZEUSE DE TENSION ASSIGNÉE ÉGALE OU SUPÉRIEURE À 72,5 kV

1 Domaine d'application et objet

Le présent rapport technique est applicable aux assemblages unipolaires de raccordement entre l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV conforme à la CEI 517 et les transformateurs de puissance conformes à la CEI 76 et équipés de traversées immergées complètement, conformes à la CEI 137, dont l'une des extrémités est immergée dans l'huile du transformateur et l'autre dans le gaz isolant de l'appareillage.

Son but est d'établir une interchangeabilité électrique et mécanique des interfaces de ces assemblages de raccordement et de fixer les limites de fourniture.

Il complète et modifie, quand cela est nécessaire, les normes CEI applicables.

Dans le cadre du présent rapport technique, le terme «appareillage» est utilisé pour «appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse».

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour le présent rapport technique. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes Internationales en vigueur.

CEI 50(471): 1984, *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Chapitre 471: Isolateurs*

CEI 76-1: 1993, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

CEI 76-2: 1993, *Transformateurs de puissance – Partie 2: Echauffement*

CEI 76-3: 1980, *Transformateurs de puissance – Partie 3: Niveaux d'isolement et essais diélectriques*

CEI 76-3-1: 1987, *Transformateurs de puissance – Partie 3: Niveaux d'isolement et essais diélectriques. Distances d'isolement dans l'air*

CEI 76-5: 1976, *Transformateurs de puissance – Partie 5: Tenue au court-circuit*

CEI 137: 1995, *Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V*

CEI 517: 1990, *Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV*

CEI 694: 1996, *Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension*

DIRECT CONNECTIONS BETWEEN POWER TRANSFORMERS AND GAS-INSULATED METAL-ENCLOSED SWITCHGEAR FOR RATED VOLTAGES OF 72,5 kV AND ABOVE

1 Scope and object

This technical report is applicable to the single-phase connection assemblies between gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above satisfying the requirements of IEC 517 and power transformers satisfying the requirements of IEC 76 and fitted with completely immersed bushings satisfying the requirements of IEC 137, one end of which is immersed in the transformer oil, and the other end in the insulating gas of the switchgear.

Its purpose is to establish electrical and mechanical interchangeability in the interface arrangement of these connection assemblies, and to determine the limits of supply.

It complements and amends, if necessary, the relevant IEC Standards.

For the purpose of this technical report, the term "switchgear" is used for "gas-insulated metal-enclosed switchgear".

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this technical report. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this technical report are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50 (471): 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 471: Insulators*

IEC 76-1: 1993, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 76-2: 1993, *Power transformers – Part 2: Temperature rise*

IEC 76-3: 1980, *Power transformers – Part 3: Insulation levels and dielectric tests*

IEC 76-3-1: 1987, *Power transformers – Part 3: Insulation levels and dielectric tests. External clearances in air*

IEC 76-5: 1976, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit*

IEC 137: 1995, *Bushings for alternating voltages above 1 000 V*

IEC 517: 1990, *Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above*

IEC 694: 1996, *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards*

CEI 859: 1986, *Raccordement de câbles pour appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV*

3 Définitions

Pour les besoins du présent rapport technique, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1 traversée: Dispositif servant à faire passer un conducteur à travers la paroi d'une cuve de transformateur en isolant le conducteur de cette paroi. Les moyens de fixation (bride ou autre dispositif) sur la paroi font partie de la traversée. [VEI 471-02-01, modifiée]

3.2 traversée immergée complètement: Traversée dont les deux extrémités sont destinées à l'immersion dans un milieu isolant autre que l'air ambiant (par exemple huile ou gaz). [VEI 471-02-08, modifiée]

3.3 enveloppe: Partie d'un appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse contenant le gaz isolant dans les conditions prescrites nécessaires pour conserver avec sûreté le niveau d'isolement assigné, protégeant l'équipement contre les effets extérieurs et procurant un haut degré de protection pour les personnes (suivant 3.105 de la CEI 517).

3.4 borne d'extrémité du circuit principal (voir repère 1, figure 1): Partie du circuit principal de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse formant partie de l'interface de raccordement (suivant 3.2 de la CEI 859).

3.5 enveloppe de raccordement au transformateur (voir repère 6, figure 1): Partie de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse qui contient l'une des extrémités d'une traversée immergée complètement montée sur un transformateur de puissance et une borne d'extrémité du circuit principal.

3.6 pression maximale du gaz en service: Pression maximale du gaz isolant dans lequel une extrémité de la traversée est immergée, quand elle est en service et que l'assemblage de raccordement entre l'appareillage et le transformateur de puissance est parcouru par le courant assigné en service continu, à la température maximale de l'air ambiant (d'après 2.30 de la CEI 137).

3.7 pression de calcul (de l'enveloppe): Pression retenue pour déterminer l'épaisseur de l'enveloppe (suivant 3.115 de la CEI 517).

3.8 pression assignée de remplissage p_{re} (ou masse volumique) du gaz pour l'isolement: Pression d'isolation gazeuse en Pa, rapportée aux conditions atmosphériques normales de +20 °C et de 101,3 kPa (ou masse volumique), pouvant être exprimée de façon relative ou absolue, à laquelle le compartiment à remplissage de gaz est rempli avant la mise en service, ou maintenu automatiquement (suivant 3.6.4.1 de la CEI 694).

3.9 pression minimale de fonctionnement p_{me} pour l'isolement: Pression d'isolation gazeuse en Pa, rapportée aux conditions atmosphériques normales de +20 °C et de 101,3 kPa, pouvant être exprimée de façon relative ou absolue, à laquelle et au-dessus de laquelle les caractéristiques assignées sont conservées et à laquelle un complément de remplissage devient nécessaire (suivant 3.6.4.5 de la CEI 694).

IEC 859: 1986, *Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above*

3 Definitions

For the purpose of this technical report, the following definitions apply:

3.1 bushing: A device that enables one conductor to pass through a transformer tank, and insulates the conductor from it. The means of attachment (flange or fixing device) to the tank forms part of the bushing. [IEV 471-02-01, modified]

3.2 completely immersed bushing: A bushing both ends of which are intended to be immersed in an insulating medium other than ambient air (e.g. oil or gas). [IEV 471-02-08, modified]

3.3 enclosure: A part of gas-insulated metal-enclosed switchgear retaining the insulating gas under the prescribed conditions necessary to maintain safely the rated insulation level, protecting the equipment against external influences and providing a high degree of protection to personnel (according to 3.105 of IEC 517).

3.4 main circuit end terminal (see item 1, figure 1): Part of the main circuit of the gas-insulated metal-enclosed switchgear forming part of the connection interface (according to 3.2 of IEC 859).

3.5 transformer connection enclosure (see item 6, figure 1): Part of the gas-insulated metal-enclosed switchgear which houses one end of a completely immersed bushing fitted on a power transformer and a main circuit end terminal.

3.6 maximum operating gas pressure: Maximum pressure of the gaseous insulating medium in which one end of the bushing is immersed, when in operation, the switchgear-power transformer connection assembly carrying its rated normal current at the maximum ambient air temperature (derived from 2.30 of IEC 137).

3.7 design pressure (of the enclosure): The pressure used to determine the thickness of the enclosure (according to 3.115 of IEC 517).

3.8 rated filling pressure p_{re} (or density) of gas for insulation: The gas pressure in Pa, for insulation referred to the standard atmospheric air conditions of +20 °C and 101,3 kPa (or density), which may be expressed in relative or absolute terms, to which the assembly is filled before being put into service or automatically replenished (according to 3.6.4.1 of IEC 694).

3.9 minimum functional pressure p_{me} for insulation: The gas pressure, in Pa, for insulation, referred to the standard atmospheric air conditions of +20 °C and 101,3 kPa (or density), which may be expressed in relative or absolute terms at and above which the rated values of the switchgear are maintained and at which replenishment becomes necessary (according to 3.6.4.5 of IEC 694).

4 Limites de fourniture

La figure 1 montre un exemple de raccordement direct.

Les limites de fourniture du constructeur d'appareillage et du constructeur de transformateurs sont définies par la figure 1 et le tableau 2.

NOTE – Il convient que le constructeur d'appareillage fournisse des connexions entre les enveloppes des différentes phases, afin de limiter les courants de circulation dans la cuve du transformateur.

Pour assurer la localisation des défauts et le bon fonctionnement des protections du transformateur, une jonction isolante, non représentée à la figure 1, est souvent exigée entre la cuve du transformateur et les enveloppes adjacentes de l'appareillage reliées à la terre, avec une isolation conçue pour tenir une tension d'essai à fréquence industrielle de 5 kV, (valeur efficace), pendant 1 min.

Pour limiter les élévations transitoires de potentiel de masse à front très rapide susceptibles de se produire lors de la manoeuvre d'un appareil de connexion, il est possible de brancher des résistances non linéaires aux bornes de la jonction isolante: le constructeur d'appareillage doit en fixer le nombre et les caractéristiques.

Trois emplacements différents peuvent être choisis pour la jonction isolante, après accord entre l'utilisateur et les constructeurs d'appareillage et de transformateurs:

- a) entre la cuve du transformateur et la bride de la traversée qui y est fixée;
- b) entre la bride de l'enveloppe de raccordement au transformateur repère 6 de la figure 1 et la bride de la traversée qui y est fixée;
- c) entre l'enveloppe de raccordement au transformateur repère 6 de la figure 1 et l'enveloppe suivante de l'appareillage.

Pour l'emplacement a) la jonction isolante et les résistances non linéaires doivent être fournies et montées par le constructeur de transformateurs.

Pour les emplacements b) et c), la jonction isolante et les résistances non linéaires doivent être fournies et montées par le constructeur d'appareillage.

Les emplacements a) et c) sont hors du domaine d'application du présent rapport technique.

Lorsque l'emplacement b) est retenu, il est recommandé de conserver autant que possible les dimensions normalisées conformes à l'article 7.

5 Caractéristiques assignées

Pour le dimensionnement d'un assemblage de raccordement entre appareillage et transformateur de puissance, les caractéristiques assignées suivantes doivent s'appliquer.

5.1 Tension assignée

La tension assignée doit être la tension assignée de l'appareillage, choisie parmi les valeurs normales suivantes:

72,5 kV – 100 kV – 123 kV – 145 kV – 170 kV – 245 kV – 300 kV – 362 kV – 420 kV – 550 kV

NOTE – La valeur normale 800 kV est omise pour manque d'expérience suffisante à ce jour.

4 Limits of supply

A typical direct connection is shown in figure 1.

The limits of supply of the switchgear manufacturer and transformer manufacturer shall be according to figure 1 and to table 2.

NOTE – The switchgear manufacturer should supply connections between the enclosures of the different phases, in order to limit circulating currents in the transformer tank.

To achieve discrimination and correct operation of protection schemes for transformer faults, an insulated junction, not shown in figure 1, is often required between the transformer tank and the neighbouring earthed switchgear enclosures with an insulation level designed to withstand a power-frequency test voltage of 5 kV, r.m.s., for 1 min.

To limit the very-fast-front transient ground potential rises which may occur when a switching device operates, non-linear resistors may be connected in parallel with the insulated junction. The number and the characteristics of the non-linear resistors shall be determined by the switchgear manufacturer.

A choice of three different locations is acceptable for the insulated junction, subject to agreement between user and both switchgear and transformer manufacturers:

- a) between the transformer tank and the bushing flange attached thereto;
- b) between the flange of the transformer connection enclosure item 6, figure 1 and the bushing flange attached thereto;
- c) between the transformer connection enclosure item 6, figure 1 and the next switchgear enclosure.

For location a) the insulated junction and the non-linear resistors shall be supplied and fitted by the transformer manufacturer.

For locations b) and c), the insulated junction and the non-linear resistors shall be supplied and fitted by the switchgear manufacturer.

Locations a) and c) are outside the scope of this technical report.

When location b) is agreed, the standard dimensions in accordance with clause 7 should be kept as far as possible.

5 Rating

When dimensioning a switchgear-power transformer connection assembly the following rated values shall apply.

5.1 Rated voltage

The rated voltage shall be the rated voltage of the switchgear, selected from the following standard values:

72,5 kV – 100 kV – 123 kV – 145 kV – 170 kV – 245 kV – 300 kV – 362 kV – 420 kV – 550 kV

NOTE – The standard value 800 kV is not considered because there is insufficient experience at this time.

5.2 Niveau d'isolement assigné

Les valeurs de tension de tenue assignée et de tension d'essai à fréquence industrielle de l'assemblage de raccordement doivent répondre à 4.2 de la CEI 517.

NOTE – Les transformateurs et les traversées peuvent être essayés à d'autres valeurs de niveau d'isolement conformément aux normes applicables.

5.3 Courant assigné en service continu et échauffement

Les dimensions de l'interface de raccordement définies au tableau 3 autorisent au maximum pour le courant assigné en service continu la valeur de 3 150 A. Se reporter à 3.2 de la CEI 137, en tenant compte de cette valeur maximale.

Pour assurer l'interchangeabilité, les surfaces de contact de l'interface de raccordement doivent être argentées, ou cuivrées, ou en cuivre nu.

Le raccordement entre l'appareillage et le transformateur de puissance doit être conçu de façon que la température de l'enveloppe de raccordement au transformateur et de l'interface de raccordement n'excède pas les valeurs indiquées au 4.4.2 de la CEI 517 pour le courant assigné en service continu.

5.4 Courant de courte durée admissible assigné, valeur de crête du courant admissible assigné et durée de court-circuit assignée

Se reporter à 4.5, 4.6 et 4.7 de la CEI 517.

5.5 Pression assignée de remplissage p_{re} (ou masse volumique) du gaz pour l'isolement

La pression assignée de remplissage p_{re} (ou masse volumique) du gaz pour l'isolement est fixée par le constructeur d'appareillage.

Si le gaz isolant est du SF₆, la pression minimale de fonctionnement p_{me} pour l'isolement à retenir pour la conception de l'isolation de la traversée, ne doit pas être supérieure à 0,35 MPa absolu, pour toutes les tensions de 72,5 kV à 550 kV.

6 Prescriptions pour la conception et la construction

6.1 Prescriptions pour la tenue à la pression

La pression maximale du gaz en service à retenir pour déterminer la robustesse mécanique de la traversée doit être au moins égale à 0,85 MPa (absolu).

En outre, la traversée doit être capable de supporter le vide lors de la mise à vide de l'enveloppe de raccordement au transformateur au cours des opérations de remplissage en gaz.

L'enveloppe de raccordement au transformateur doit être conforme à 5.103 de la CEI 517 pour la pression de calcul déterminée par le constructeur d'appareillage conformément à 5.103.2 de la CEI 517.

5.2 *Rated insulation level*

The rated withstand voltage and power-frequency test voltage values of the connection assembly shall conform to 4.2 of IEC 517.

NOTE – Transformers and bushings may be tested at other insulation level values, according to the relevant standard.

5.3 *Rated normal current and temperature rise*

The dimensions of the connection interface defined in table 3 allow a maximum value of 3 150 A for the rated normal current. Refer to 3.2 of IEC 137, taking this maximum value into account.

To ensure interchangeability, the contact surfaces of the connection interface shall be silver-coated, or copper-coated, or bare copper.

For the rated normal current, the connection between switchgear and power transformer shall be so designed that the temperature of the transformer connection enclosure and the temperature of the connection interface do not exceed the values given in 4.4.2 of IEC 517.

5.4 *Rated short-time withstand current, rated peak withstand current and rated duration of short-circuit*

Refer to 4.5, 4.6 and 4.7 of IEC 517.

5.5 *Rated filling pressure p_{re} (or density) of gas for insulation*

The rated filling pressure p_{re} (or density) of gas for insulation is assigned by the switchgear manufacturer.

If SF₆ is used as the insulating gas, the minimum functional pressure for insulation p_{me} used to determine the design of the bushing insulation, shall be not more than 0,35 MPa (absolute), for the whole range 72,5 kV to 550 kV.

6 **Design and construction requirements**

6.1 *Pressure withstand requirements*

The maximum operating gas pressure used to determine the mechanical strength of the bushing shall be at least 0,85 MPa (absolute).

In addition, the bushing shall be capable of withstanding the vacuum conditions when the transformer connection enclosure is evacuated, as part of the gas filling process.

The transformer connection enclosure shall satisfy the requirements 5.103 of IEC 517 for the design pressure determined by the switchgear manufacturer as specified in 5.103.2 of IEC 517.

La pression maximale du gaz en service (absolue) d'un assemblage de raccordement direct ne doit pas excéder:

- la pression de calcul de l'enveloppe de raccordement au transformateur plus 0,1 MPa lorsque la pression de calcul est inférieure à 0,75 MPa (relatif);
- 0,85 MPa (absolu) quand la pression de calcul est égale ou supérieure à 0,75 MPa (relatif).

6.2 Efforts mécaniques appliqués sur l'interface de raccordement

On considère que les efforts mécaniques appliqués sur la traversée à l'interface de raccordement, y compris les efforts dus aux effets électrodynamiques, aux tolérances des matériels, aux dilatations ou contractions thermiques et au poids du circuit principal de l'appareillage, ont une résultante faible. Cependant, il est recommandé de supposer qu'une force de 2 kN est appliquée soit transversalement soit axialement sur l'interface de raccordement.

Il est de la responsabilité du constructeur d'appareillage de s'assurer que cette force spécifiée n'est pas dépassée.

6.3 Efforts mécaniques appliqués sur la bride de la traversée

Outre la pression maximale du gaz en service spécifiée en 6.1, la bride de la traversée fixée à l'enveloppe de raccordement au transformateur est soumise en service aux charges suivantes:

- partie du poids de l'appareillage non supportée par les charpentes support de celui-ci;
- partie de la poussée éventuelle du vent non supportée par les charpentes support de l'appareillage;
- contraintes de dilatation ou de contraction dues aux variations de température des enveloppes de l'appareillage. Pour évaluer ces contraintes, on doit considérer que, côté transformateur, la variation de hauteur de la bride de la traversée due aux variations de température n'excède pas $\pm 0,0008$ fois la hauteur de la cuve du transformateur, si la cuve est en acier.

NOTE – Les variations de hauteur ou de position dues à la vidange de l'huile et à la mise à vide de la cuve du transformateur ne sont pas considérées, étant admis que l'appareillage et le transformateur ne sont pas reliés au cours de ces opérations.

Il résulte de ces charges l'application simultanée, au centre de la bride de la traversée:

- d'un moment de flexion M_0 ;
- d'une force de cisaillement F_t ;
- d'une force de traction ou de compression F_a .

La traversée et le transformateur doivent être capables de supporter en service les valeurs de M_0 , F_t et F_a spécifiées au tableau 1 et le constructeur d'appareillage doit s'assurer sous sa responsabilité que ces valeurs ne sont pas dépassées.

NOTE – Les efforts transmis par l'enveloppe d'appareillage à la bride de la traversée sur le transformateur suivant le tableau 1 sont notablement plus élevés que les efforts qui seraient transmis par des traversées immergées d'extérieur conformes à la CEI 137 et de caractéristiques assignées équivalentes. Ces efforts dépendent de la disposition de l'appareillage, de la présence ou non d'éléments de compensation côté appareillage ou côté transformateur.

The maximum operating gas pressure (absolute) of a direct connection assembly shall not exceed:

- the design pressure of the transformer connection enclosure plus 0,1 MPa when the design pressure is lower than 0,75 MPa (gauge);
- 0,85 MPa (absolute) when the design pressure equals or exceeds 0,75 MPa (gauge).

6.2 *Mechanical forces applied on the connection interface*

It is considered that the total mechanical forces applied to the bushing at the connection interface, including forces resulting from electrodynamic effects, tolerances of components, thermal expansion [contraction] and weight of the switchgear main circuit, are small. However, a mechanical force of 2 kN applied to the connection interface either transversely or axially should be assumed.

It is the responsibility of the switchgear manufacturer to ensure that this specified force is not exceeded.

6.3 *Mechanical forces applied on the bushing flange*

In addition to the maximum operating gas pressure specified in 6.1, the flange of the bushing attached to the transformer connection enclosure is subjected, in service, to the following loads:

- part of the weight of the switchgear not supported by the switchgear's own supporting structures;
- part of the wind load, if applicable, not supported by the switchgear's own supporting structures;
- expansion [contraction] stresses due to the temperature variations of the switchgear enclosures. For the evaluation of these stresses, it shall be considered that, on the transformer side, the variation of height of the bushing flange due to temperature variation does not exceed $\pm 0,0008$ times the transformer tank height in the case of a steel tank.

NOTE – Variations of height or position due to draining the transformer oil and evacuating the transformer tank are not considered, assuming that the switchgear and the transformer are not connected together when these operations are performed.

These loads result in the simultaneous application, at the centre of the bushing flange, of:

- a bending moment M_0 ;
- a shearing force F_t ;
- a tensile or compressive force F_a .

The bushing and the transformer shall be capable of withstanding, in service, the values of M_0 , F_t and F_a specified in table 1, and it shall be the responsibility of the switchgear manufacturer to ensure that these values are not exceeded.

NOTE – Forces on the transformer flange of the bushing imposed by switchgear enclosure as given in table 1 are significantly higher than those forces imposed by outdoor immersed bushings in accordance with IEC 137 of equivalent rating. These forces depend on the layout of the switchgear, with or without compensating elements on the switchgear or transformer side.

Tableau 1 – Moment et forces appliqués sur la bride de la traversée et du transformateur

Tension assignée kV	Moment de flexion M_o kNm	Force de cisaillement F_t kN	Force de traction ou de compression F_a kN
72,5 – 100	5	7	4
123 – 170	10	10	5
245 – 300	20	14	7
362 – 550	40	20	10

Sauf spécification contraire du client, les différences de position et de niveau entre les fondations respectives de l'appareillage et du transformateur doivent être considérées comme invariables.

6.4 Vibrations

Les vibrations prenant naissance à l'intérieur du transformateur sous tension sont transmises par l'huile et par la paroi de la cuve du transformateur à la traversée rigidement fixée sur cette paroi et à l'appareillage. Le constructeur d'appareillage et le constructeur de transformateurs doivent convenir d'un accord pour tenir compte de ces vibrations.

7 Dimensions normales et prescriptions spéciales

Les dimensions normales des enveloppes de raccordement au transformateur, des extrémités de circuit principal, des bornes d'extrémité de traversée et des brides de traversée sont données par les figures 2 et 3, et le tableau 3.

Pendant la fabrication, les manutentions et le stockage des précautions sont à prendre par le constructeur des traversées afin que les prescriptions indiquées au 5.2 de la CEI 694 puissent être respectées après le montage final du raccordement direct entre le transformateur et l'appareillage.

8 Essais

8.1 Généralités

Les essais du transformateur, de la traversée et de l'appareillage doivent être exécutés conformément à la CEI 76, à la CEI 137 et à la CEI 517 respectivement, avec les compléments suivants.

8.2 Essais diélectriques de type

8.2.1 Essais diélectriques de type de la traversée

Il est recommandé d'effectuer les essais diélectriques de type de la traversée dans une enveloppe emplie de gaz à la pression minimale spécifiée en 5.5.

Table 1 – Moment and forces applied on the bushing flange and transformer

Rated voltage kV	Bending moment M_0 kNm	Shearing force F_t kN	Tensile or compressive force F_a kN
72,5 – 100	5	7	4
123 – 170	10	10	5
245 – 300	20	14	7
362 – 550	40	20	10

Except where specified otherwise by the customer, the relative positions and levels of the switchgear and transformer foundations respectively shall be considered as not varying.

6.4 Vibrations

The vibrations generated inside the energized transformer are transmitted by the oil and the tank wall of the transformer to the bushing rigidly fixed on this wall and to the switchgear. The switchgear manufacturer and the transformer manufacturer shall agree to take into account these vibrations.

7 Standard dimensions and special requirements

Standard dimensions for transformer connection enclosures, main circuit end terminals, bushing end terminals and bushing flanges are shown in figure 2, figure 3, and table 3.

During manufacture, handling and storage, provisions have to be made by the bushing manufacturer so that the requirements given in 5.2 of IEC 694 can be satisfied after final assembly of the direct connection between the transformer and the switchgear.

8 Tests

8.1 General

The testing of the transformer, the bushing and the switchgear shall be performed in accordance with IEC 76, IEC 137, and IEC 517 respectively, with the following complements.

8.2 Dielectric type tests

8.2.1 Dielectric type tests of bushing

The dielectric type tests of the bushing are recommended to be performed in an enclosure filled with insulating gas at the minimum pressure specified in 5.5.

Si un écran fait partie intégrante de la traversée, il doit être monté dans sa position de service pendant les essais.

Une rallonge cylindrique de diamètre égal à d_2 , suivant la figure 2 et le tableau 3, peut être fixée pour les essais sur la tête de l'extrémité exposée, si le constructeur de traversées le demande.

L'extrémité de la traversée doit être entourée d'un cylindre métallique relié à la terre, de diamètre n'excédant pas d_3 , suivant la figure 2 et le tableau 3.

8.2.2 Essais diélectriques de type de l'enveloppe de raccordement au transformateur

On peut effectuer les essais diélectriques de type de l'enveloppe de raccordement au transformateur et de la borne d'extrémité du circuit principal sans la traversée, mais avec une rallonge d'essai cylindrique de diamètre égal à d_2 , suivant la figure 2 et le tableau 3, si nécessaire.

Les essais diélectriques de type doivent être effectués à la pression minimale de fonctionnement p_{me} (ou masse volumique), qui ne doit ni être inférieure à la limite spécifiée en 5.5, ni conduire à une valeur de la pression maximale du gaz en service supérieure à la limite spécifiée en 6.1.

8.3 Essais de type de tenue à la flexion

8.3.1 Pour démontrer la conformité à 6.2, la traversée doit être essayée conformément à 7.7 de la CEI 137 sauf que la charge d'essai appliquée sur l'interface de raccordement doit être égale à 4 kN dans tous les cas.

8.3.2 Pour démontrer la tenue aux moments de flexion spécifiés au tableau 2, l'essai additionnel suivant doit être fait.

La traversée doit être montée pour l'essai dans la mesure où cela est nécessaire, mais il ne doit pas y avoir de pression de gaz interne. Elle doit être installée verticalement avec la bride côté huile solidement fixée à un dispositif approprié. L'extrémité destinée à l'immersion dans le gaz doit être installée dans une cuve comme pour le service normal, à la température ambiante. La cuve doit être remplie avec un milieu approprié à la pression de 0,75 MPa (relatif) et une charge d'essai doit être appliquée sur la cuve de façon à produire, pendant 1 min, sur la bride côté appareillage de la traversée, un moment de flexion égal à deux fois M_0 suivant le tableau 2. Il est recommandé que la force de cisaillement appliquée soit égale à deux fois F_t dans la mesure du possible.

L'acceptation doit être prononcée suivant les critères prescrits par 7.7 de la CEI 137.

8.4 Essai individuel de série de la traversée à la pression externe

Cet essai doit être fait avant l'essai d'étanchéité au gaz. L'extrémité de la traversée destinée à l'immersion dans le gaz doit être montée dans une cuve comme pour le service normal, à la température ambiante. La cuve doit être remplie de gaz ou de liquide, au choix du fournisseur, à une pression de 1,15 MPa (relatif) pendant 1 min.

La traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai si aucun indice de détérioration mécanique n'est constaté (par exemple: déformation, rupture).

If a shield is an integral part of the bushing design, it shall be mounted in its service position during the tests.

A cylindrical extension piece having a diameter equal to d_2 in figure 2 and table 3 may be attached to the exposed termination top for the tests, if required by the bushing manufacturer.

The bushing end shall be surrounded by an earthed metal cylinder, the diameter of which shall not exceed d_3 in figure 2 and table 3.

8.2.2 *Dielectric type tests of transformer connection enclosure*

The transformer connection enclosure and main circuit end terminal may be subjected to the dielectric type tests without the bushing but with a test cylindrical extension piece having a diameter equal to d_2 in figure 2 and table 3, if necessary.

The dielectric type tests shall be performed at the minimum functional pressure p_{me} (or density), which shall not be smaller than the limit specified in 5.5 and which shall not result in a maximum operating gas pressure in service higher than the limit specified in 6.1.

8.3 *Cantilever load withstand type tests*

8.3.1 To demonstrate compliance with 6.2, the bushing shall be tested in accordance with 7.7 of IEC 137, except that the test load applied at the connection interface shall be 4 kN for all ratings.

8.3.2 To demonstrate withstand to the bending moment specified in table 2, an additional test shall be performed as follows.

The bushing shall be assembled as far as necessary for the test, but there shall not be any internal gas pressure. It shall be installed vertically with its oil-side flange rigidly fixed to a suitable device. The end for gas immersion shall be mounted in a tank as for normal operation, at ambient temperature. The tank shall be filled with an appropriate medium at 0,75 MPa (gauge) and a test load shall be applied to the tank so that a bending moment equal to two times M_0 in accordance with table 2 is produced at the switchgear side flange of the bushing, for 1 min. The shearing force applied should be equal to two times F_t as far as possible.

The acceptance criteria shall be as prescribed in 7.7 of IEC 137.

8.4 *Routine external pressure test of the bushing*

This test shall be made before the gas tightness test. The bushing end for gas immersion shall be mounted in a tank as for normal operation, at ambient temperature. The tank shall be filled with gas or liquid, at the choice of the supplier, at a pressure of 1,15 MPa (gauge), for 1 min.

The bushing shall be considered to have passed the test if there is no evidence of mechanical damage (e.g. deformation, rupture).

8.5 *Essais individuels de série d'étanchéité au gaz*

Les spécifications et essais d'étanchéité au gaz de la CEI 694 sont applicables aux raccordements directs entre transformateurs de puissance et appareillage conformes au présent rapport technique.

Le taux de fuite admissible F_p (3.6.5.6 de la CEI 694) doit être convenu entre les constructeurs d'appareillage et de transformateurs et au cours de l'essai d'étanchéité de chaque traversée suivant 8.9 de la CEI 137, qui doit être effectué à la pression maximale du gaz en service spécifiée en 6.1, le taux de fuite absolu F (3.6.5.5 de la CEI 694) ne doit pas excéder F_p .

Le constructeur d'appareillage doit utiliser le taux de fuite admissible F_p pour établir le tableau de coordination des étanchéités TC de l'appareillage complet.

9 Renseignements à donner dans les appels d'offre, les soumissions et les commandes

Se reporter à l'article 9 de la CEI 517 et à l'article 5 de la CEI 137. En outre, il convient que l'utilisateur indique si une jonction isolante est nécessaire entre la cuve du transformateur et les enveloppes de l'appareillage raccordées à la terre.

10 Règles pour le transport, le stockage, l'installation, la conduite et la maintenance

Se reporter à l'article 10 de la CEI 694.

8.5 *Gas tightness routine tests*

The gas tightness specifications and tests of IEC 694 are applicable to direct connections between power transformers and switchgear complying with the requirements of this technical report.

The permissible leakage rate F_p (3.6.5.6 of IEC 694) shall be agreed upon between the switchgear and transformer manufacturers, and during the tightness test of each bushing according to 8.9 of IEC 137, which shall be performed with the gas at the maximum operating pressure specified in 6.1, its absolute leakage rate F (3.6.5.5 of IEC 694) shall not exceed F_p .

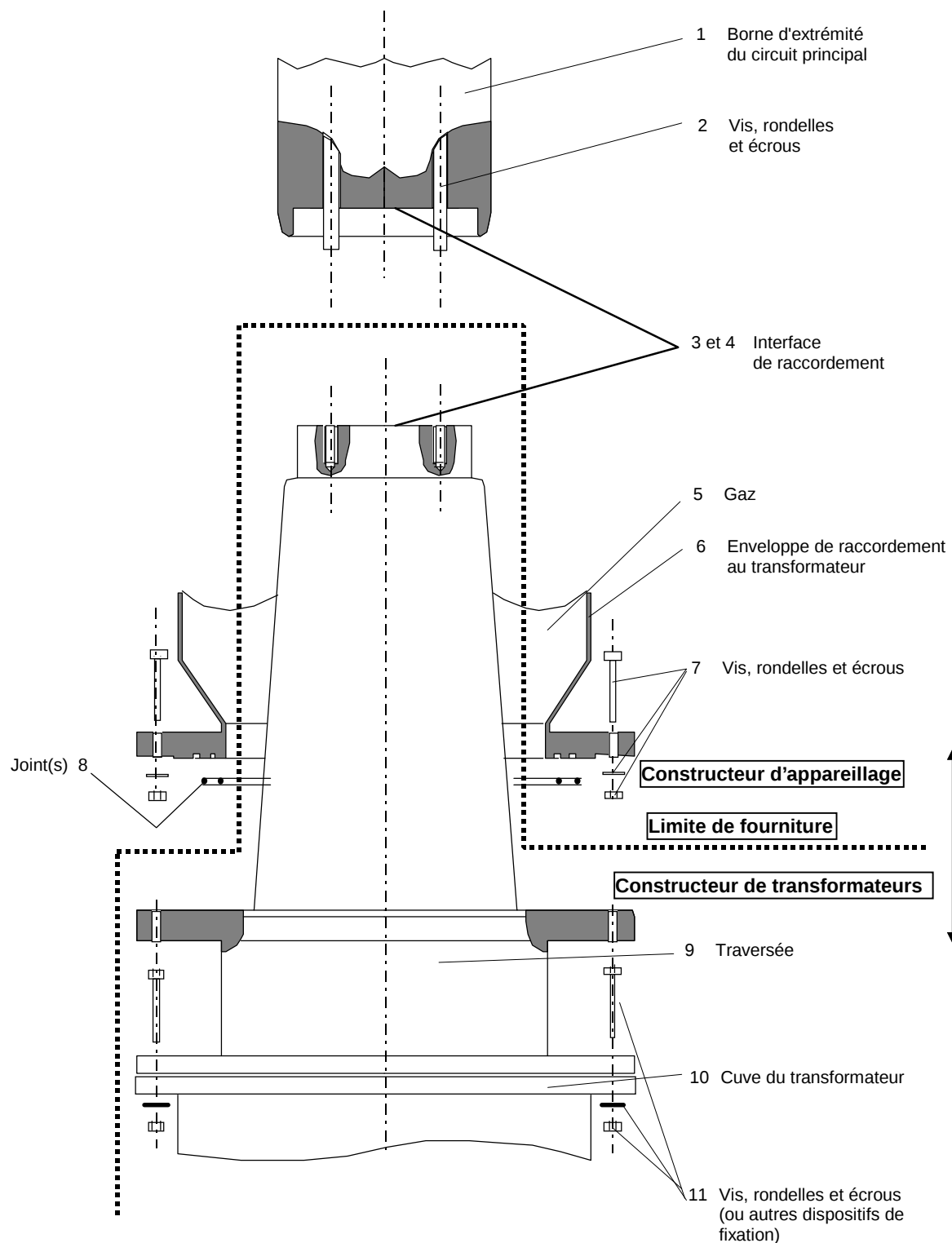
The value of the permissible leakage rate F_p shall be used by the switchgear manufacturer to establish the tightness coordination chart TC of the complete switchgear.

9 Information to be given with enquiries, tenders and orders

Refer to clause 9 of IEC 517 and clause 5 of IEC 137. In addition, the user should indicate whether an insulated junction is required between the transformer tank and the earthed switchgear enclosures.

10 Rules for transport, storage, erection, operation and maintenance

Refer to clause 10 of IEC 694.



IEC 1 081/96

Figure 1 – Assemblage de raccordement direct typique entre transformateur de puissance et appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse

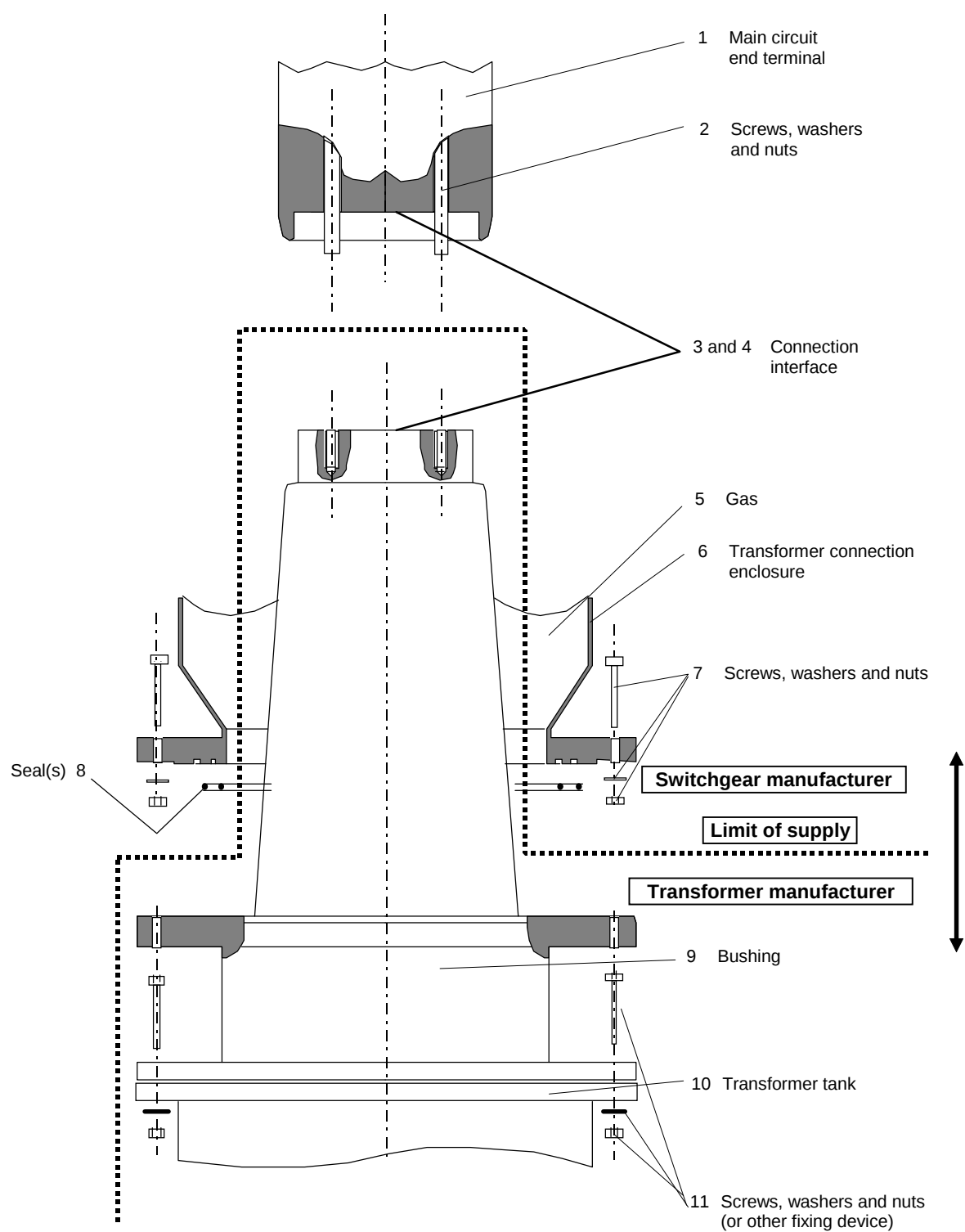


Figure 1 – Typical direct connection between power transformer and gas-insulated metal-enclosed switchgear

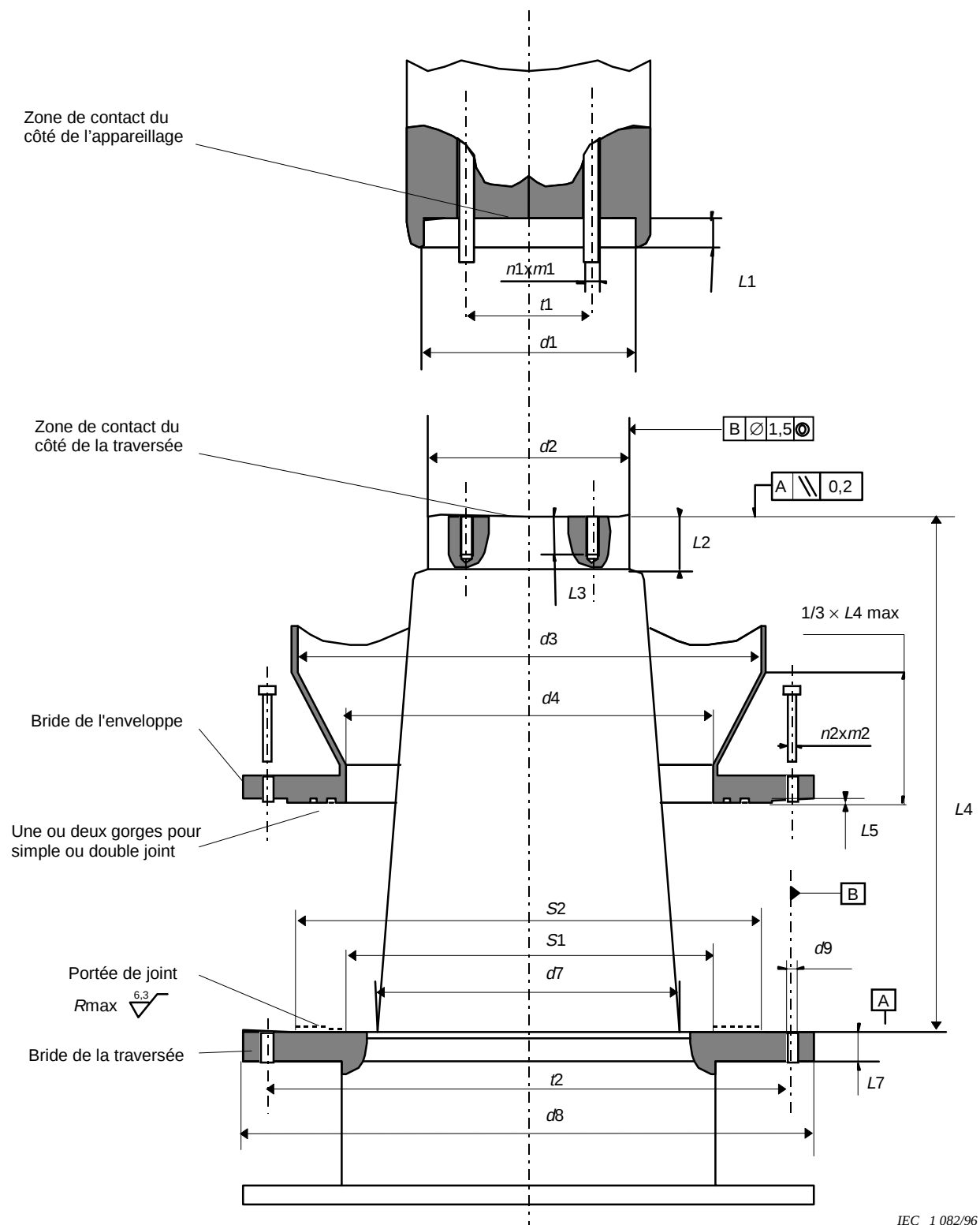


Figure 2 – Dimensions normales pour assemblage de raccordement direct typique entre transformateur de puissance et appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse

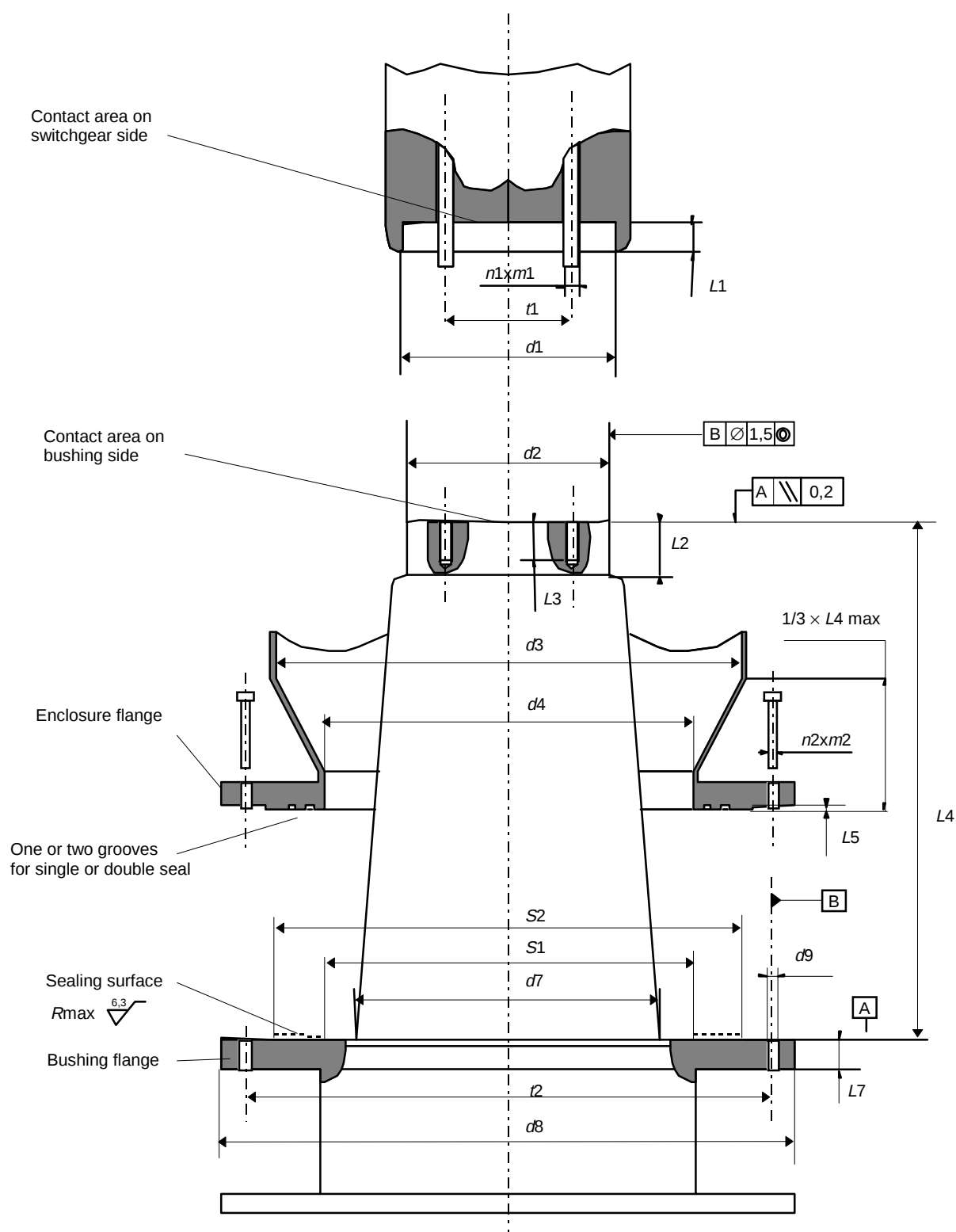
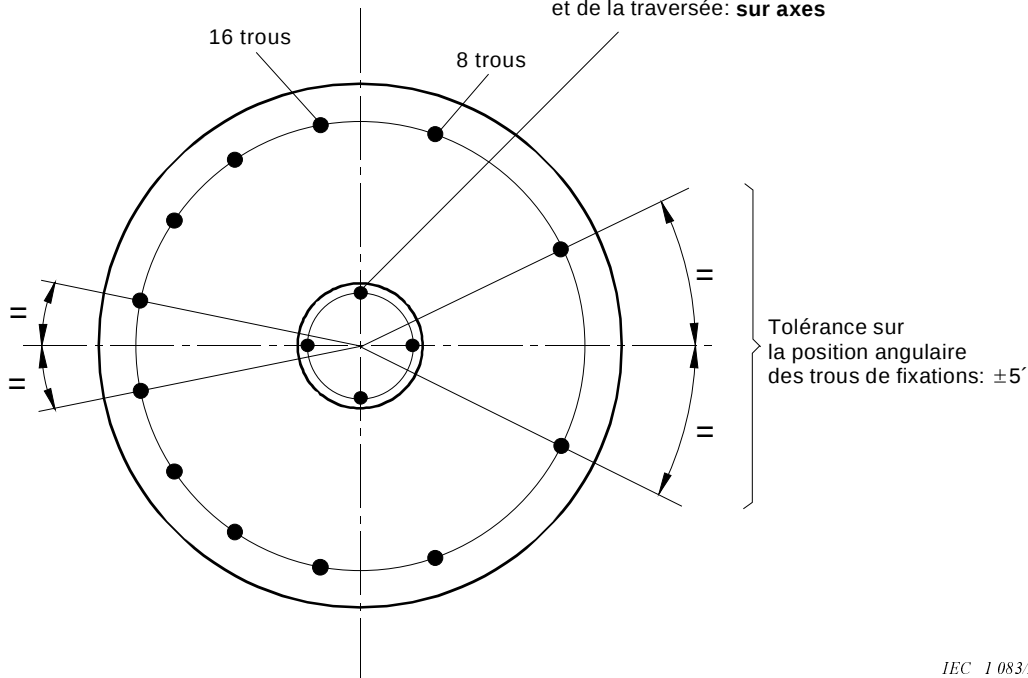


Figure 2 – Standard dimensions for typical direct connection between power transformer and gas-insulated metal-enclosed switchgear

Position des trous de fixation sur les brides de la traversée et de l'enveloppe de raccordement au transformateur: **hors axes**

Position des trous de fixation sur les bornes d'extrémité de l'appareillage et de la traversée: **sur axes**



IEC 1 083 96

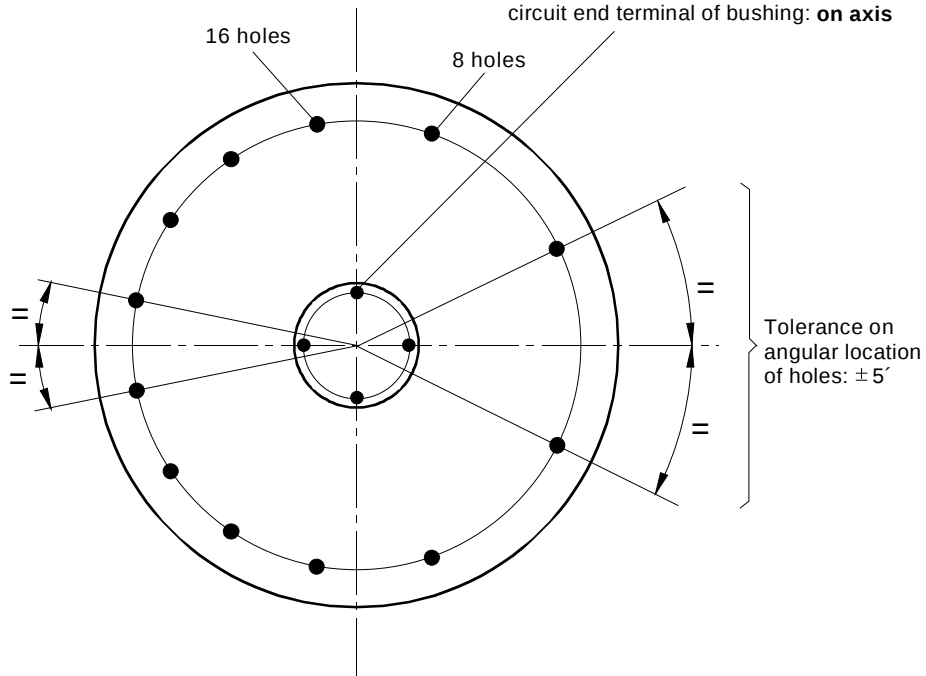
NOTE – L'utilisateur, le constructeur de transformateurs et le constructeur d'appareillage doivent convenir des données suivantes et des tolérances associées nécessaires:

- position de l'axe de la bride de chaque traversée par rapport aux axes de référence du poste;
- hauteur de la surface pour joints **A** sur la figure 2, de la bride de chaque traversée par rapport au niveau zéro du poste;
- orientation des axes de la bride de chaque traversée;
- inclinaison sur le plan horizontal, s'il y a lieu, de la surface pour joints **A** de la bride de chaque traversée.

Figure 3 – Orientation normale des trous de fixation

Location of fixing holes on the flange of bushing and on the flange of transformer connection enclosure: **out of axis**

Location of fixing holes on the switchgear main circuit end terminal and on the main circuit end terminal of bushing: **on axis**



IEC 108396

NOTE – The following data and the necessary associated tolerances shall be agreed by the user, the transformer manufacturer and the switchgear manufacturer:

- position of each bushing flange centre-line related to the reference axis of the substation;
- height of each bushing flange sealing surface **A** in figure 2 related to level zero of the substation;
- axis, orientation of each bushing flange;
- angle to horizontal plane, if any, of each flange sealing surface **A**.

Figure 3 – Standard orientation of fixing holes

Tableau 2 – Limites de fourniture (voir figure 1)

Description	Repère	Constructeur	
		Appareillage	Transformateurs
Borne d'extrémité du circuit principal	1	x	
Vis, rondelles et écrous	2	x	
Interface de raccordement	3	x	
Interface de raccordement	4		x
Gaz	5	x	
Enveloppe de raccordement au transformateur	6	x	
Vis, rondelles et écrous	7	x	
Joint(s)	8	x	
Traversée	9		x
Cuve du transformateur	10		x
Vis, rondelles et écrous (ou autre dispositif de fixation)	11		x

Table 2 – Limits of supply (referring to figure 1)

Description	Item	Manufacturer	
		Switchgear	Transformer
Main circuit end terminal	1	x	
Screws, washers and nuts	2	x	
Connection interface	3	x	
Connection interface	4		x
Gas	5	x	
Transformer connection enclosure	6	x	
Screws, washers, nuts	7	x	
Seal(s)	8	x	
Bushing	9		x
Transformer tank	10		x
Screws, washers, and nuts (or other fixing device)	11		x

Tableau 3 – Dimensions normales

Dimensions en millimètres

	Tension de tenue assignée aux chocs de foudre (valeur de crête) kV			
	325 à 450	550 à 750	850 à 1 050	1 175 à 1 550
Tension assignée (valeur efficace) kV	72,5 à 100	123 à 170	245 à 300	362 à 550
$\varnothing d1$	100 ^{+0,5} ₀	100 ^{+0,5} ₀	140 ^{+0,5} ₀	140 ^{+0,5} ₀
$\varnothing d2$	99 ⁰ _{-0,5}	99 ⁰ _{-0,5}	139 ⁰ _{-0,5}	139 ⁰ _{-0,5}
$\varnothing t1$	70 ± 0,3	70 ± 0,3	110 ± 0,3	110 ± 0,3
<i>n1</i> x <i>m1</i> (note 1)	4 x M12	4 x M12	4 x M12	4 x M12
<i>L3</i> min.	20	20	25	25
<i>L1</i> max.	25	25	25	25
<i>L2</i> min.	30	30	30	30
$\varnothing d3$ min.	250	300	450	540
$\varnothing d7$ max.	196	215	440	500
$\varnothing d4$	200 ⁺³ ₀	220 ⁺³ ₀	450 ⁺⁵ ₀	540 ⁺⁵ ₀
<i>L4</i>	330 ± 1	520 ± 1	770 ± 2	1 050 ± 2
<i>S1</i> max.	200	220	450	540
<i>S2</i> min.	260	280	510	600
<i>L5</i> (note 2)	de 0 à 3	de 0 à 3	de 0 à 3	de 0 à 3
<i>n2</i> x <i>m2</i> (note 1)	8 x M12	8 x M12	16 x M12	16 x M16
$\varnothing t2$	285	305	535	640
$\varnothing d8$ min.	315	335	565	690
$\varnothing d9$	16	16	16	20
<i>L7</i> max.	25	30	40	45
NOTES 1 L'orientation des trous de fixation doit être conforme à la figure 3. 2 Suivant la pratique du constructeur d'appareillage, un épaulement peut être prévu ou non, de 3 mm au maximum.				

Table 3 – Standard dimensions

Dimensions in millimetres

	Rated lightning impulse withstand voltage (peak value) kV			
	325 to 450	550 to 750	850 to 1 050	1 175 to 1 550
Rated voltage (r.m.s. value) kV	72,5 to 100	123 to 170	245 to 300	362 to 550
$\varnothing d1$	100 ^{+0,5} ₀	100 ^{+0,5} ₀	140 ^{+0,5} ₀	140 ^{+0,5} ₀
$\varnothing d2$	99 ⁰ _{-0,5}	99 ⁰ _{-0,5}	139 ⁰ _{-0,5}	139 ⁰ _{-0,5}
$\varnothing t1$	70 ± 0,3	70 ± 0,3	110 ± 0,3	110 ± 0,3
<i>n1</i> x <i>m1</i> (note 1)	4 x M12	4 x M12	4 x M12	4 x M12
<i>L3</i> min.	20	20	25	25
<i>L1</i> max.	25	25	25	25
<i>L2</i> min.	30	30	30	30
$\varnothing d3$ min.	250	300	450	540
$\varnothing d7$ max.	196	215	440	500
$\varnothing d4$	200 ⁺³ ₀	220 ⁺³ ₀	450 ⁺⁵ ₀	540 ⁺⁵ ₀
<i>L4</i>	330 ± 1	520 ± 1	770 ± 2	1 050 ± 2
<i>S1</i> max.	200	220	450	540
<i>S2</i> min.	260	280	510	600
<i>L5</i> (note 2)	0 up to 3	0 up to 3	0 up to 3	0 up to 3
<i>n2</i> x <i>m2</i> (note 1)	8 x M12	8 x M12	16 x M12	16 x M16
$\varnothing t2$	285	305	535	640
$\varnothing d8$ min.	315	335	565	690
$\varnothing d9$	16	16	16	20
<i>L7</i> max.	25	30	40	45
NOTES 1 The orientation of the fixing holes shall be in accordance with figure 3. 2 According to switchgear manufacturer's practice, a recess up to 3 mm may be provided or not.				



Standards Survey

We at the IEC want to know how our standards are used once they are published.

The answers to this survey will help us to improve IEC standards and standard related information to meet your future needs

Would you please take a minute to answer the survey on the other side and mail or fax to:

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé

Case postale 131

1211 Geneva 20

Switzerland

or

Fax to: CSC at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé

Case postale 131

1211 GENEVA 20

Switzerland

1. No. of IEC standard: 	7. Please rate the standard in the following areas as (1) bad, (2) below average, (3) average, (4) above average, (5) exceptional, (0) not applicable: ☐ clearly written ☐ logically arranged ☐ information given by tables ☐ illustrations ☐ technical information	13. If you said yes to 12 then how many volumes:
2. Tell us why you have the standard. (check many as apply). I am: ☐ the buyer ☐ the user ☐ a librarian ☐ a researcher ☐ an engineer ☐ a safety expert ☐ involved in testing ☐ with a government agency ☐ in industry ☐ other.....	8. I would like to know how I can legally reproduce this standard for: ☐ internal use ☐ sales information ☐ product demonstration ☐ other.....	14. Which standards organizations published the standards in your library (e.g. ISO, DIN, ANSI, BSI, etc.):
3. This standard was purchased from? 	9. In what medium of standard does your organization maintain most of its standards (check one): ☐ paper ☐ microfilm/microfiche ☐ mag tapes ☐ CD-ROM ☐ floppy disk ☐ on line	15. My organization supports the standards-making process (check as many as apply): ☐ buying standards ☐ using standards ☐ membership in standards organization ☐ serving on standards development committee ☐ other.....
4. This standard will be used (check as many as apply): ☐ for reference ☐ in a standards library ☐ to develop a new product ☐ to write specifications ☐ to use in a tender ☐ for educational purposes ☐ for a lawsuit ☐ for quality assessment ☐ for certification ☐ for general information ☐ for design purposes ☐ for testing ☐ other.....	9A. If your organization currently maintains part or all of its standards collection in electronic media please indicate the format(s): ☐ raster image ☐ full text	16. My organization uses (check one) ☐ French text only ☐ English text only ☐ Both English/French text
5. This standard will be used in conjunction with (check as many as apply): ☐ IEC ☐ ISO ☐ corporate ☐ other (published by.....) ☐ other (published by.....) ☐ other (published by.....)	10. In what medium does your organization intend to maintain its standards collection in the future (check all that apply): ☐ paper ☐ microfilm/microfiche ☐ mag tape ☐ CD-ROM ☐ floppy disk ☐ on line	17. Other comments:
6. This standard meets my needs (check one) ☐ not at all ☐ almost ☐ fairly well ☐ exactly	10A. For electronic media which format will be chosen (check one) ☐ raster image ☐ full text 11. My organization is in the following sector (e.g. engineering, manufacturing) 12. Does your organization have a standards library: ☐ yes ☐ no	18. Please give us information about you and your company name: job title:..... company: address:..... No. employees at your location:..... turnover/sales:.....



Enquête sur les normes

La CEI se préoccupe de savoir comment ses normes sont accueillies et utilisées.

Les réponses que nous procurera cette enquête nous aideront tout à la fois à améliorer nos normes et les informations qui les concernent afin de toujours mieux répondre à votre attente.

Nous aimerions que vous nous consacriez une petite minute pour remplir le questionnaire joint que nous vous invitons à retourner au:

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Case postale 131

1211 Genève 20

Suisse

Télécopie: IEC/CSC +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Case postale 131

1211 GENÈVE 20

Suisse

1. Numéro de la Norme CEI: 	7. Nous vous demandons maintenant de donner une note à chacun des critères ci-dessous (1, mauvais; 2, en-dessous de la moyenne; 3, moyen; 4, au-dessus de la moyenne; 5, exceptionnel; 0, sans objet) ☐ clarté de la rédaction ☐ logique de la disposition ☐ tableaux informatifs ☐ illustrations ☐ informations techniques	13. En combien de volumes dans le cas affirmatif?
2. Pourquoi possédez-vous cette norme? (plusieurs réponses possibles). Je suis: ☐ l'acheteur ☐ l'utilisateur ☐ bibliothécaire ☐ chercheur ☐ ingénieur ☐ expert en sécurité ☐ chargé d'effectuer des essais ☐ fonctionnaire d'Etat ☐ dans l'industrie ☐ autres	8. J'aimerais savoir comment je peux reproduire légalement cette norme pour: ☐ usage interne ☐ des renseignements commerciaux ☐ des démonstrations de produit ☐ autres	14. Quelle organisations de normalisation ont publiées les normes de cette bibliothèque (ISO, DIN, ANSI, BSI, etc.):
3. Où avez-vous acheté cette norme? 	9. Quel support votre société utilise-t-elle pour garder la plupart de ses normes? ☐ papier ☐ microfilm/microfiche ☐ bandes magnétiques ☐ CD-ROM ☐ disquettes ☐ abonnement à un serveur électronique	15. Ma société apporte sa contribution à l'élaboration des normes par les moyens suivants (plusieurs réponses possible): ☐ en achetant des normes ☐ en utilisant des normes ☐ en qualité de membre d'organisations de normalisation ☐ en qualité de membre de comités de normalisation ☐ autres
4. Comment cette norme sera-t-elle utilisée? (plusieurs réponses possibles) ☐ comme référence ☐ dans une bibliothèque de normes ☐ pour développer un produit nouveau ☐ pour rédiger des spécifications ☐ pour utilisation dans une soumission ☐ à des fins éducatives ☐ pour un procès ☐ pour une évaluation de la qualité ☐ pour la certification ☐ à titre d'information générale ☐ pour une étude de conception ☐ pour effectuer des essais ☐ autres	9A. Si votre société conserve en totalité ou en partie sa collection de normes sous forme électronique, indiquer le ou les formats: ☐ format tramé (ou image balayée ligne par ligne) ☐ texte intégral	16. Ma société utilise (une seule réponse) ☐ des normes en français seulement ☐ des normes en anglais seulement ☐ des normes bilingues anglais/français
5. Cette norme est-elle appelée à être utilisée conjointement avec d'autres normes? Lesquelles? (plusieurs réponses possibles): ☐ CEI ☐ ISO ☐ internes à votre société ☐ autre (publiée par) ☐ autre (publiée par) ☐ autre (publiée par)	10. Sur quels supports votre société prévoit-elle de conserver sa collection de normes à l'avenir (plusieurs réponses possibles): ☐ papier ☐ microfilm/microfiche ☐ bandes magnétiques ☐ CD-ROM ☐ disquettes ☐ abonnement à un serveur électronique	17. Autres observations
6. Cette norme répond-elle à vos besoins? ☐ pas du tout ☐ à peu près ☐ assez bien ☐ parfaitement	10A. Quel format serait retenu pour un moyen électronique? (une seule réponse) ☐ format tramé ☐ texte intégral	18. Pourriez-vous nous donner quelques informations sur vous-mêmes et votre société? nom fonction nom de la société adresse nombre d'employés chiffre d'affaires:

Publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes n° 17

56 (1987)	Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension. Amendement 3 (1996).
129 (1984)	Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif. Amendement 1 (1992). Amendement 2 (1996).
158:	– Appareillage de commande à basse tension.
158-2 (1982)	Deuxième partie: Contacteurs à semiconducteurs (contacteurs statiques).
158-3 (1985)	Troisième partie: Prescriptions complémentaires pour conducteurs sujets à certification.
265:	– Interrupteurs à haute tension.
265-1 (1983)	Première partie: Interrupteurs à haute tension pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 52 kV. Modification n° 1 (1984). Amendement 2 (1994).
265-2 (1988)	Deuxième partie: Interrupteurs à haute tension de tension assignée égale ou supérieure à 52 kV. Amendement 1 (1994).
298 (1990)	Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV. Amendement 1 (1994).
420 (1990)	Combinés interrupteurs-fusibles à haute tension pour courant alternatif.
427 (1989)	Essais synthétiques des disjoncteurs à courant alternatif à haute tension. Amendement 1 (1992). Amendement 2 (1995).
439:	– Ensembles d'appareillage à basse tension.
439-1 (1992)	Première partie: Ensembles de série et ensembles dérivés de série. Amendement 1 (1995). Amendement 2 (1996).
439-2 (1987)	Deuxième partie: Règles particulières pour les canalisations préfabriquées. Amendement n° 1 (1991).
439-3 (1990)	Troisième partie: Règles particulières pour ensembles d'appareillage BT destinés à être installés en des lieux accessibles à des personnes non qualifiées pendant leur utilisation – Tableaux de répartition. Amendement 1 (1993).
439-4 (1990)	Quatrième partie: Règles particulières pour ensembles de chantier (EC). Amendement 1 (1995).
439-5 (1996)	Partie 5: Règles particulières pour les ensembles destinés à être installés à l'extérieur, en des lieux publics – Ensembles d'appareillage pour réseaux de distribution (ERD).
466 (1987)	Appareillage sous enveloppe isolante pour courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 kV et inférieure ou égale à 38 kV. Amendement 1 (1994).
470 (1974)	Contacteurs haute tension à courant alternatif. Modification n° 1 (1975).
517 (1990)	Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV. Amendement 1 (1994).
518 (1975)	Normalisation dimensionnelle des bornes de l'appareillage à haute tension.

(suite)

IEC publications prepared by Technical Committee No. 17

56 (1987)	High-voltage alternating-current circuit breakers. Amendment 3 (1996).
129 (1984)	Alternating current disconnectors and earthing switches. Amendment 1 (1992). Amendment 2 (1996).
158:	– Low-voltage controlgear.
158-2 (1982)	Part 2: Semiconductor contactors (solid state contactors).
158-3 (1985)	Part 3: Additional requirements for contactors subject to certification.
265:	– High-voltage switches.
265-1 (1983)	Part 1: High-voltage switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV. Amendment No. 1 (1984). Amendment 2 (1994).
265-2 (1988)	Part 2: High-voltage switches for rated voltages of 52 kV and above. Amendment 1 (1994).
298 (1990)	A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV. Amendment 1 (1994).
420 (1990)	High-voltage alternating current switch-fuse combinations.
427 (1989)	Synthetic testing of high-voltage alternating current circuit-breakers. Amendment 1 (1992). Amendment 2 (1995).
439:	– Low-voltage switchgear and controlgear assemblies.
439-1 (1992)	Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies. Amendment 1 (1995). Amendment 2 (1996).
439-2 (1987)	Part 2: Particular requirements for busbar trunking systems (busways). Amendment No. 1 (1991).
439-3 (1990)	Part 3: Particular requirements for low-voltage switchgear and controlgear assemblies intended to be installed in places where unskilled persons have access for their use – Distribution boards. Amendment 1 (1993).
439-4 (1990)	Part 4: Particular requirements for assemblies for construction sites (ACS). Amendment 1 (1995).
439-5 (1996)	Part 5: Particular requirements for assemblies intended to be installed outdoors in public places – Cable distribution cabinets (CDCs) for power distribution in networks.
466 (1987)	A.C. insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 38 kV. Amendment 1 (1994).
470 (1974)	High-voltage alternating current contactors. Amendment No. 1 (1975).
517 (1990)	Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above. Amendment 1 (1994).
518 (1975)	Dimensional standardization of terminals for high-voltage switchgear and controlgear.

(continued)

Publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes n° 17 (suite)

632: – Démarreurs de moteurs à haute tension.

- 632-1 (1978) Première partie: Démarreurs directs (sous pleine tension) en courant alternatif.
- 694 (1996) Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension.
- 715 (1981) Dimensions de l'appareillage à basse tension. Montage normalisé sur profilés-supports pour le support mécanique des appareils électriques dans les installations d'appareillage à basse tension. Amendement 1 (1995).
- 859 (1986) Raccordement de câbles pour appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse pour tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV.
- 890 (1987) Méthode de détermination par extrapolation des échauffements pour les ensembles d'appareillage à basse tension dérivés de série (EDS). Amendement 1 (1995).
- 932 (1988) Spécifications complémentaires pour l'appareillage sous enveloppe de 1 kV à 72,5 kV destiné à être utilisé dans des conditions climatiques sévères.

947: – Appareillage à basse tension.

- 947-1 (1996) Première partie: Règles générales.
- 947-2 (1995) Partie 2: Disjoncteurs.
- 947-3 (1990) Troisième partie: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles. Amendement 1 (1994).
- 947-4-1 (1990) Quatrième partie: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Section un: Contacteurs et démarreurs électromécaniques. Amendement 1 (1994). Amendement 2 (1996).
- 947-4-2 (1995) Partie 4: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Section 2: Gradateurs et démarreurs à semi-conducteurs de moteurs à courant alternatif.
- 947-5-1 (1990) Cinquième partie: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Section un: Appareils électromécaniques pour circuits de commande. Amendement 1 (1994). Amendement 2 (1996).
- 947-5-2 (1992) Partie 5: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Section 2: Détecteurs de proximité. Amendement 1 (1994). Amendement 2 (1995).
- 947-5-4 (1996) Partie 5: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Section 4: Méthode d'évaluation des performances des contacts à basse énergie – Essais spéciaux.
- 947-6-1 (1989) Sixième partie: Matériels à fonctions multiples – Section un: Matériels de connexion de transfert automatique. Amendement 1 (1994).
- 947-6-2 (1992) Section deux: Appareils (ou matériel) de connexion de commande de protection (ACP).
- 947-7-1 (1989) Septième partie: Matériels accessoires – Section un: Blocs de jonction pour conducteurs en cuivre.
- 947-7-2 (1995) Section 2: Blocs de jonction de conducteurs de protection pour conducteurs en cuivre.
- 999:– Dispositifs de connexion – Prescriptions de sécurité pour les organes de serrage à vis et sans vis pour conducteurs électriques en cuivre.

(suite)

IEC publications prepared by Technical Committee No. 17 (continued)

632: – High-voltage motor starters.

- 632-1 (1978) Part 1: Direct-on-line (full voltage) a.c. starters.
- 694 (1996) Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards.
- 715 (1981) Dimensions of low-voltage switchgear and controlgear. Standardized mounting on rails for mechanical support of electrical devices in switchgear and controlgear installations. Amendment 1 (1995).
- 859 (1986) Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above.
- 890 (1987) A method of temperature-rise assessment by extrapolation for partially type-tested assemblies (PTTA) of low-voltage switchgear and controlgear. Amendment 1 (1995).
- 932 (1988) Additional requirements for enclosed switchgear and controlgear from 1 kV to 72,5 kV to be used in severe climatic conditions.

947: – Low-voltage switchgear and controlgear.

- 947-1 (1996) Part 1: General rules.
- 947-2 (1995) Part 2: Circuit-breakers.
- 947-3 (1990) Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units. Amendment 1 (1994).
- 947-4-1 (1990) Part 4: Contactors and motor-starters – Section One: Electromechanical contactors and motor-starters. Amendment 1 (1994). Amendment 2 (1996).
- 947-4-2 (1995) Part 4: Contactors and motor-starters – Section 2: AC semiconductor motor controllers and starters.
- 947-5-1 (1990) Part 5: Control circuit devices and switching elements – Section One: Electromechanical control circuit devices. Amendment 1 (1994). Amendment 2 (1996).
- 947-5-2 (1992) Part 5: Control circuit devices and switching elements – Section 2: Proximity switches. Amendment 1 (1994). Amendment 2 (1995).
- 947-5-4 (1996) Part 5: Control circuit devices and switching elements – Section 4: Methods of assessing the performance of low-energy contacts – Special tests
- 947-6-1 (1989) Part 6: Multiple function equipment – Section One: Automatic transfer switching equipment. Amendment 1 (1994).
- 947-6-2 (1992) Section Two: Control and protective switching devices (or equipment) (CPS).
- 947-7-1 (1989) Part 7: Ancillary equipment – Section One: Terminal blocks for copper conductors.
- 947-7-2 (1995) Section 2: Protective conductor terminal blocks for copper conductors.
- 999: – Connecting devices – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units for electrical copper conductors.

(continued)

**Publications de la CEI préparées
par le Comité d'Etudes n° 17 (suite)**

999-1 (1990)	Partie 1: Prescriptions générales et prescriptions particulières pour conducteurs de 0,5 mm ² à 35 mm ² (inclus).
999-2 (1995)	Prescriptions pour conducteurs de 35 mm ² à 300 mm ² .
1095 (1992)	Contacteurs électromécaniques pour usages domestiques et analogues.
1117 (1992)	Méthode pour déterminer la tenue aux courts-circuits des ensembles d'appareillage dérivés de série (EDS).
1128 (1992)	Sectionneurs à courant alternatif. Transfert de barres par les sectionneurs. Amendement 1 (1994).
1129 (1992)	Sectionneurs de terre à courant alternatif. Etablissement et coupure de courants induits. Amendement 1 (1994).
1166 (1993)	Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension – Guide pour la qualification sismique des disjoncteurs à courant alternatif à haute tension.
1208 (1992)	Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension – Guide pour la maintenance.
1233 (1994)	Disjoncteurs haute tension à courant alternatif – Etablissement et coupure de charge inductive.
1259 (1994)	Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV – Prescriptions pour l'établissement et la coupure de courants de jeux de barres à vide par les sectionneurs.
1330 (1995)	Postes préfabriqués haute tension/basse tension.
1633 (1995)	Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension – Guide pour la procédure d'essai d'établissement et de coupure de courants de court-circuit et de courants de charge pour les disjoncteurs sous enveloppe métallique et à cuve mise à la terre.
1634 (1995)	Appareillage à haute tension – Utilisation et manipulation de gaz hexafluorure de soufre (SF ₆) dans l'appareillage à haute tension.
1639 (1996)	Raccordements directs entre transformateurs de puissance et appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV.
1641 (1996)	Ensembles d'appareillage à basse tension sous enveloppe – Guide pour l'essai en conditions d'arc dues à un défaut interne.

**IEC publications prepared
by Technical Committee No. 17 (continued)**

999-1 (1990)	Part 1: General requirements and particular requirements for conductors from 0,5 mm ² to 35 mm ² (included).
999-2 (1995)	Part 2: Particular requirements for conductors from 35 mm ² to 300 mm ² .
1095 (1992)	Electromechanical contactors for household and similar purposes.
1117 (1992)	A method for assessing the short-circuit withstand strength of partially type-tested assemblies (PTTA).
1128 (1992)	Alternating current disconnectors. Bus-transfer current switching. Amendment 1 (1994).
1129 (1992)	Alternating current earthing switches. Induced current switching. Amendment 1 (1994).
1166 (1993)	High-voltage alternating current circuit-breakers – Guide for seismic qualification of high-voltage alternating current circuit breakers.
1208 (1992)	High-voltage alternating current circuit-breakers – Guide for maintenance.
1233 (1994)	High-voltage alternating current circuit-breakers – Inductive load switching.
1259 (1994)	Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages 72,5 kV and above – Requirements for switching of bus-charging currents by disconnectors.
1330 (1995)	High-voltage/low-voltage prefabricated substations.
1633 (1995)	High-voltage alternating current circuit-breakers – Guide for short-circuit and switching test procedures for metal-enclosed and dead tank circuit-breakers.
1634 (1995)	High-voltage switchgear and controlgear – Use and handling of sulphur hexafluoride (SF ₆) in high-voltage switchgear and controlgear.
1639 (1996)	Direct connection between power transformers and gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above.
1641 (1996)	Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault.

ICS 29.120.60
