

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
439-1**

Troisième édition
Third edition
1992-11

Ensembles d'appareillage à basse tension

Partie 1:

Ensembles de série et ensembles dérivés de série

**Low-voltage switchgear and controlgear
assemblies**

Part 1:

Type-tested and partially type-tested assemblies



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 439-1: 1992

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 électro-technique;*
- 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.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
439-1**

Troisième édition
Third edition
1992-11

Ensembles d'appareillage à basse tension

Partie 1:

Ensembles de série et ensembles dérivés de série

**Low-voltage switchgear and controlgear
assemblies**

Part 1:

Type-tested and partially type-tested assemblies

© CEI 1992 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 Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XD**

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS.....	6
Articles	
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application et objet	8
1.2 Références normatives	8
2 Définitions	12
2.1 Généralités	12
2.2 Unités de construction des ENSEMBLES	16
2.3 Présentation extérieure des ENSEMBLES	18
2.4 Eléments de construction des ENSEMBLES	20
2.5 Conditions d'installation des ENSEMBLES	24
2.6 Mesures de protection relatives aux chocs électriques	24
2.7 Passages à l'intérieur d'un ENSEMBLE	26
2.8 Fonctions électroniques	26
2.9 Coordination de l'isolement	28
2.10 Courants de court-circuit	32
3 Classification des ENSEMBLES	34
4 Caractéristiques électriques des ENSEMBLES	34
4.1 Tensions assignées	34
4.2 Courant assigné (d'un circuit d'un ENSEMBLE)	36
4.3 Courant assigné de courte durée admissible (I_{cw}) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)	36
4.4 Courant assigné de crête admissible (I_{pk}) (d'un circuit d'un ENSEMBLE) .	36
4.5 Courant assigné de court-circuit conditionnel (I_{cc}) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)	36
4.6 Courant assigné de court-circuit limité par fusible (I_{cf}) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)	38
4.7 Facteur assigné de diversité	38
4.8 Fréquence assignée	38
5 Renseignements à donner sur l'ENSEMBLE	40
5.1 Plaques signalétiques	40
5.2 Repérage	40
5.3 Instructions pour l'installation, le fonctionnement et la maintenance	42
6 Conditions d'emploi	42
6.1 Conditions normales d'emploi	42
6.2 Conditions spéciales d'emploi	46
6.3 Conditions pendant le transfert, le stockage et le montage sur place	46

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
1 General	9
1.1 Scope and object	9
1.2 Normative references	9
2 Definitions	13
2.1 General	13
2.2 Constructional units of ASSEMBLIES	17
2.3 External design of ASSEMBLIES	19
2.4 Structural parts of ASSEMBLIES	21
2.5 Conditions of installation of ASSEMBLIES	25
2.6 Protective measures with regard to electric shock	25
2.7 Gangways within an ASSEMBLY	27
2.8 Electronic functions	27
2.9 Insulation co-ordination	29
2.10 Short-circuit currents	33
3 Classification of ASSEMBLIES	35
4 Electrical characteristics of ASSEMBLIES	35
4.1 Rated voltages	35
4.2 Rated current (of a circuit of an ASSEMBLY)	37
4.3 Rated short-time withstand current (I_{cw}) (of a circuit of an ASSEMBLY)	37
4.4 Rated peak withstand current (I_{pk}) (of a circuit of an ASSEMBLY)	37
4.5 Rated conditional short-circuit current (I_{cc}) (of a circuit of an ASSEMBLY). ..	37
4.6 Rated fused short-circuit current (I_{ct}) (of a circuit of an ASSEMBLY)	39
4.7 Rated diversity factor	39
4.8 Rated frequency	39
5 Information to be given regarding the ASSEMBLY	41
5.1 Nameplates	41
5.2 Markings	41
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance	43
6 Service conditions	43
6.1 Normal service conditions	43
6.2 Special service conditions	47
6.3 Conditions during transport, storage and erection	47

Articles	Pages
7 Dispositions constructives	48
7.1 Caractéristiques mécaniques	48
7.2 Enveloppe et degré de protection	58
7.3 Echauffement	60
7.4 Protection contre les chocs électriques	64
7.5 Protection contre les courts-circuits et tenue aux courts-circuits	82
7.6 Appareils de connexion et constituants installés dans les ENSEMBLES	88
7.7 Séparation à l'intérieur d'un ENSEMBLE au moyen d'écrans ou de cloisons	98
7.8 Liaisons électriques à l'intérieur d'un ENSEMBLE: barres et conducteurs isolés	100
7.9 Prescriptions concernant les circuits d'alimentation des matériels électroniques	102
7.10 Compatibilité électromagnétique	108
8 Prescriptions concernant les essais	110
8.1 Classification des essais	110
8.2 Essais de type	112
8.3 Essais individuels	146
 ANNEXES	
A Valeurs minimales et maximales de la section des conducteurs de cuivre convenant au raccordement	158
B Méthode pour calculer la section des conducteurs de protection sous l'aspect des contraintes thermiques causées par les courants de courte durée	160
C Exemples représentatifs d'ENSEMBLES	162
D Exemples de dispositions classiques de séparation par cloisons ou écrans	172
E Sujets soumis à un accord entre le constructeur et l'utilisateur	178
F Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement	180
G Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs de matériels	188
H Bibliographie	194

Clause	Page
7 Design and construction	49
7.1 Mechanical design	49
7.2 Enclosure and degree of protection	59
7.3 Temperature rise	61
7.4 Protection against electric shock	65
7.5 Short-circuit protection and short-circuit withstand strength	83
7.6 Switching devices and components installed in ASSEMBLIES	89
7.7 Internal separation of ASSEMBLIES by barriers or partitions	99
7.8 Electrical connections inside an ASSEMBLY : bars and insulated conductors	101
7.9 Requirements for electronic equipment supply circuits	103
7.10 Electromagnetic compatibility	109
8 Test specifications	111
8.1 Classification of tests	111
8.2 Type tests	113
8.3 Routine tests	147

ANNEXES

A Minimum and maximum cross-sections of copper conductors suitable for connection	159
B Method of calculating the cross-sectional area of protective conductors with regard to thermal stresses due to currents of short duration	161
C Typical examples of ASSEMBLIES	162
D Typical arrangements of forms of separation by barriers or partitions	172
E Items subject to agreement between manufacturer and user	179
F Measurement of creepage distances and clearances	181
G Correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of the equipment	189
H Bibliography	194

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENSEMBLES D'APPAREILLAGE À BASSE TENSION

Partie 1: Ensembles de série
et ensembles dérivés de série

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

La Norme internationale CEI 439-1 a été établie par le Sous-Comité 17D: Ensembles d'appareillage à basse tension, du Comité d'Etudes n° 17 de la CEI: Appareillage.

Cette troisième édition remplace la deuxième édition de 1985. Elle constitue une révision de la deuxième édition et comprend le corrigendum de novembre 1986, l'amendement n° 1 d'avril 1991 et les documents suivants:

DIS	Rapports de vote
17D(BC)45	17D(BC)51
17D(BC)46	17D(BC)52
17D(BC)50, 50A	17D(BC)54

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les annexes A, B, F et G font partie intégrante de la présente norme.

Les annexes C, D, E et H sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES**Part 1: Type-tested and partially
type-tested assemblies**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

International standard IEC 439-1 has been prepared by Sub-Committee 17D: Low voltage switchgear and controlgear assemblies, of IEC Technical Committee No. 17: Switchgear and controlgear.

This third edition replaces the second edition of 1985. It comprises a revision of the second edition, together with the corrigendum of November 1986, Amendment No. 1 of April 1991 and the following documents:

DIS	Reports on voting
17D(CO)45	17D(CO)51
17D(CO)46	17D(CO)52
17D(CO)50, 50A	17D(CO)54

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

Annexes A, B, F and G form an integral part of this standard.

Annexes C, D, E and H are for information only.

ENSEMBLES D'APPAREILLAGE À BASSE TENSION

Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application et objet*

La présente Norme internationale s'applique aux ensembles d'appareillage à basse tension (ensembles de série (ES) et ensembles dérivés de série (EDS)) dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif à des fréquences ne dépassant pas 1 000 Hz, ou 1 500 V en courant continu.

Cette norme s'applique également aux ensembles comprenant des matériels de commande et/ou de puissance dont les fréquences sont plus élevées. Dans ce cas, des prescriptions supplémentaires appropriées doivent être appliquées.

La présente norme s'applique aux ensembles fixes ou déplaçables, avec ou sans enveloppe.

NOTE - Des prescriptions complémentaires pour certains types d'ensembles spécifiques font l'objet de normes complémentaires.

Cette norme s'applique aux ensembles destinés à être utilisés en liaison avec des équipements conçus pour la génération, la transmission, la répartition, la conversion de l'énergie électrique et la commande des matériels consommant de l'énergie.

Elle s'applique aussi aux ensembles conçus pour être utilisés dans des conditions spéciales d'emploi, par exemple dans des navires, dans des véhicules sur rails, pour les machines-outils, pour les équipements de levage, ou en atmosphère explosive et pour les applications domestiques (manoeuvrés par des personnes non averties) à condition que les prescriptions spécifiques correspondantes soient respectées.

Les dispositifs individuels et les constituants indépendants, tels que démarreurs de moteurs, fusibles-interrupteurs, matériels électroniques, etc., conformes aux normes les concernant, ne sont pas couverts par la présente norme.

L'objet de la présente norme est de formuler les définitions, les conditions d'emploi, les dispositions constructives, les caractéristiques techniques et les essais pour les ensembles d'appareillage à basse tension.

1.2 *Références normatives*

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. 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 la présente Norme internationale 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.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES

Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies

1 General

1.1 *Scope and object*

This International Standard applies to low-voltage switchgear and controlgear assemblies (type-tested assemblies (TTA) and partially type-tested assemblies (PTTA)), the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. at frequencies not exceeding 1 000 Hz, or 1 500 V d.c.

This standard also applies to assemblies incorporating control and/or power equipment, the frequencies of which are higher. In this case, appropriate additional requirements shall apply.

This standard applies to stationary or movable assemblies with or without enclosure.

NOTE - Additional requirements for certain specific types of assemblies are given in supplementary IEC standards.

This standard applies to assemblies intended for use in connection with generation, transmission, distribution and conversion of electric energy and for the control of electric energy consuming equipment.

It also applies to such assemblies designed for use under special service conditions, for example in ships, in rail vehicles, for machine tools, for hoisting equipment, or in explosive atmospheres, and for domestic (operated by unskilled persons) applications, provided that the relevant specific requirements are complied with.

This standard does not apply to individual devices and self-contained components, such as motor starters, fuse switches, electronic equipment, etc., complying with their relevant standards.

The object of this standard is to lay down the definitions and to state the service conditions, construction requirements, technical characteristics and tests for low-voltage switchgear and controlgear assemblies.

1.2 *Normative references*

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard 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.

CEI 38: 1983, *Tensions normales de la CEI*.

CEI 50(441): 1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*.

CEI 50(471): 1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 471: Isolateurs*.

CEI 50(604): 1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*.

CEI 60, *Techniques des essais à haute tension*.

CEI 71-1: 1976, *Coordination de l'isolement – Première partie: Termes, définitions, principes et règles*.

CEI 73: 1991, *Codage des dispositifs indicateurs et des organes de commande par couleurs et moyens supplémentaires*

CEI 99-1: 1991, *Parafoudres – Partie 1: Parafoudres à résistance variable avec éclateurs pour réseaux à courant alternatif*.

CEI 112: 1979, *Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*.

CEI 146-2: 1974, *Convertisseurs à semiconducteurs – Deuxième partie: Convertisseurs autocommutés à semiconducteurs*.

CEI 158-2: 1982, *Appareillage de commande à basse tension – Deuxième partie: Contacteurs à semiconducteurs (contacteurs statiques)*.

CEI 269, *Fusibles basse tension*.

CEI 364-3: 1977, *Installations électriques des bâtiments – Troisième partie: Détermination des caractéristiques générales*.

CEI 364-4-41: 1992, *Installations électriques des bâtiments – Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques*.

CEI 364-4-481: 1993, *Installations électriques des bâtiments – Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité – Section 481: Choix des mesures de protection contre les chocs électriques en fonction des influences externes (en préparation)*.

CEI 364-5-54: 1980, *Installations électriques des bâtiments – Cinquième partie: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques – Chapitre 54: Mises à la terre et conducteurs de protection*.

CEI 417: 1973, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*.

CEI 445: 1988, *Identification des bornes de matériels et des extrémités de certains conducteurs désignés et règles générales pour un système alphanumérique*.

IEC 38: 1983, *IEC standard voltages*.

IEC 50(441): 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*.

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

IEC 50(604): 1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*.

IEC 60, *High-voltage test techniques*.

IEC 71-1: 1976, *Insulation co-ordination – Part 1: Terms, definitions, principles and rules*.

IEC 73: 1991, *Coding of indicating devices and actuators by colours and supplementary means*.

IEC 99-1: 1991, *Surge arresters – Part 1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems*.

IEC 112: 1979, *Method for determining the comparative and the proof-tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*.

IEC 146-2: 1974, *Semiconductor convertors – Part 2: Semiconductor self-commutated convertors*.

IEC 158-2: 1982, *Low-voltage controlgear – Part 2: Semiconductor contactors (solid state contactors)*.

IEC 269, *Low-voltage fuses*.

IEC 364-3: 1977, *Electrical installations of buildings – Part 3: Assessment of general characteristics*.

IEC 364-4-41: 1992, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock*.

IEC 364-4-481: 1993, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Section 481: Choice of protective measures against electric shock in relation to external influences (in preparation)*.

IEC 364-5-54: 1980, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors*.

IEC 417: 1973, *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*.

IEC 445: 1988, *Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system*.

CEI 446: 1989, *Identification des conducteurs par les couleurs ou par les repères numériques.*

CEI 447: 1974, *Normalisation du sens de mouvement des organes de manoeuvre des appareils électriques.*

CEI 529: 1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP).*

CEI 664-1: 1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais.*

CEI 750: 1983, *Repérage d'identification du matériel en électrotechnique.*

CEI 890: 1987, *Méthode de détermination par extrapolation des échauffements par les ensembles d'appareillage à basse tension dérivés de série (EDS).*

CEI 947-1: 1988, *Appareillage à basse tension – Première partie: Règles générales.*

CEI 947-3: 1990, *Appareillage à basse tension – Troisième partie: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles.*

CEI 947-4-1: 1990, *Appareillage à basse tension – Quatrième partie: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Section 1: Contacteurs et démarreurs électromécaniques.*

2 Définitions

Les définitions suivantes sont applicables pour les besoins de la présente Norme internationale:

NOTE - Certaines définitions dans cet article proviennent, inchangées ou modifiées, de la CEI 50 (VEI) ou d'autres publications de la CEI.

2.1 Généralités

2.1.1 Ensemble d'appareillage à basse tension (ENSEMBLE)

Combinaison d'un ou de plusieurs appareils de connexion à basse tension avec les matériels associés de commande, de mesure, de signalisation, de protection, de régulation, etc., complètement assemblés sous la responsabilité du constructeur avec toutes leurs liaisons internes mécaniques et électriques et leurs éléments de construction (voir 2.4).

NOTES

- 1 Dans la présente norme, l'abréviation ENSEMBLE est utilisée pour désigner un ensemble d'appareillage à basse tension.
- 2 Les constituants d'un ENSEMBLE peuvent être électromécaniques ou électroniques.
- 3 Pour diverses raisons, par exemple transport ou production, certaines opérations d'assemblage peuvent être effectuées en dehors de l'usine du constructeur.

2.1.1.1 Ensemble d'appareillage à basse tension de série (ES)

Ensemble d'appareillage à basse tension conforme à un type ou à un système établi sans s'en écarter d'une manière qui pourrait influencer notablement les performances par rapport à elles d'un ENSEMBLE type ayant été vérifié conforme à la présente norme.

IEC 446: 1989, *Identification of conductors by colours or numerals*.

IEC 447: 1974, *Standard directions of movement for actuators which control the operation of electrical apparatus*.

IEC 529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*.

IEC 664-1: 1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Basic principles and requirements*.

IEC 750: 1983, *Item designation in electrotechnology*.

IEC 890: 1987, *A method of temperature-rise assessment by extrapolation for partially type-tested assemblies (PTTA) of low-voltage switchgear and controlgear*.

IEC 947-1: 1988, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*.

IEC 947-3: 1990, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*.

IEC 947-4-1: 1990, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4: Contactors and motor-starters – Section 1: Electromechanical contactors and motor-starters*.

2 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply.

NOTE - Certain definitions in this clause are taken unchanged or modified from those of IEC 50 (IEV) or from other IEC publications.

2.1 General

2.1.1 Low-voltage switchgear and controlgear assembly (ASSEMBLY)

A combination of one or more low-voltage switching devices together with associated control, measuring, signalling, protective, regulating equipment, etc., completely assembled under the responsibility of the manufacturer with all the internal electrical and mechanical interconnections and structural parts (see 2.4).

NOTES

1 Throughout this standard, the abbreviation ASSEMBLY is used for a low-voltage switchgear and controlgear assembly.

2 The components of the ASSEMBLY may be electromechanical or electronic.

3 For various reasons, for example transport or production, certain steps of assembly may be made in a place outside the factory of the manufacturer.

2.1.1.1 Type-tested low-voltage switchgear and controlgear assembly (TTA)

A low-voltage switchgear and controlgear assembly conforming to an established type or system without deviations likely to significantly influence the performance, from the typical ASSEMBLY verified to be in accordance with this standard.

NOTES

1 Dans tout le texte de la présente norme, l'abréviation ES est utilisée pour désigner les ENSEMBLES d'appareillage à basse tension de série.

2 Pour diverses raisons, par exemple transport ou production, certaines opérations d'assemblage peuvent être effectuées en dehors de l'usine du constructeur de l'ES de série. Un tel ENSEMBLE est considéré comme un ES de série pourvu que le montage soit réalisé selon les instructions du constructeur de manière telle que la conformité du type ou système établi aux dispositions de la présente norme soit assurée, y compris sa tenue aux essais individuels qui leur sont applicables.

2.1.1.2 Ensemble d'appareillage à basse tension dérivé de série (EDS)

Ensemble d'appareillage à basse tension contenant à la fois des dispositions soumises aux essais de type et des dispositions qui n'y sont pas soumises, à condition que ces dernières soient dérivées (par exemple par le calcul) de dispositions qui y sont soumises et ont satisfait aux essais correspondants (voir tableau 7).

NOTE - Dans la présente norme, l'abréviation EDS est utilisée pour désigner un ensemble d'appareillage à basse tension dérivé de série.

2.1.2 Circuit principal (d'un ENSEMBLE)

Toutes les pièces conductrices d'un ENSEMBLE comprises dans un circuit destiné à transporter l'énergie électrique. [VEI 441-13-02 modifié]

2.1.3 Circuit auxiliaire (d'un ENSEMBLE)

Toutes les pièces conductrices d'un ENSEMBLE insérées dans un circuit (autre que le circuit principal) prévues pour la commande, la mesure, la signalisation, la régulation, le traitement de l'information, etc. [VEI 441-13-03 modifié]

NOTE - Les circuits auxiliaires d'un ENSEMBLE comprennent les circuits de commande et les circuits auxiliaires des appareils de connexion.

2.1.4 Barre omnibus (jeux de barres)

Conducteur de faible impédance auquel plusieurs circuits électriques peuvent être raccordés séparément.

2.1.4.1 Jeu de barres principal

Jeu de barres auquel un ou plusieurs jeux de barres auxiliaires et/ou des unités d'arrivée et de départ peuvent être raccordés.

2.1.4.2 Jeu de barres auxiliaire

Jeu de barres à l'intérieur d'une colonne qui est raccordé à un jeu de barres principal et à partir duquel des unités de départ sont alimentées.

2.1.5 Unité fonctionnelle

Partie d'un ENSEMBLE comprenant tous les éléments mécaniques et électriques qui concourent à l'exécution d'une seule fonction.

2.1.6 Unité d'arrivée

Unité fonctionnelle à travers laquelle l'énergie électrique est normalement fournie à l'ENSEMBLE.

NOTES

1 Throughout this standard, the abbreviation TTA is used for a type-tested low-voltage switchgear and controlgear assembly.

2 For various reasons, for example transport or production, certain steps of assembly may take place outside the factory of the manufacturer of the TTA. Such an ASSEMBLY is considered as a TTA provided the assembly is performed in accordance with the manufacturer's instructions in such a manner that compliance of the established type or system with this standard is assured, including submission to applicable routine test.

2.1.1.2 *Partially type-tested low-voltage switchgear and controlgear assembly (PTTA)*

A low-voltage switchgear and controlgear assembly, containing both type-tested and non-type-tested arrangements provided that the latter are derived (e.g. by calculation) from type-tested arrangements which have complied with the relevant tests (see table 7).

NOTE - Throughout this standard, the abbreviation PTTA is used for a partially type-tested switchgear and controlgear assembly.

2.1.2 *Main circuit (of an ASSEMBLY)*

All the conductive parts of an ASSEMBLY included in a circuit which is intended to transmit electrical energy. [IEV 441-13-02]

2.1.3 *Auxiliary circuit (of an ASSEMBLY)*

All the conductive parts of an ASSEMBLY included in a circuit (other than the main circuit) intended to control, measure, signal, regulate, process data, etc. [IEV 441-13-03 modified]

NOTE - The auxiliary circuits of an ASSEMBLY include the control and the auxiliary circuits of the switching devices.

2.1.4 *Busbar*

A low-impedance conductor to which several electric circuits can be separately connected.

2.1.4.1 *Main busbar*

A busbar to which one or several distribution busbars and/or incoming and outgoing units can be connected.

2.1.4.2 *Distribution busbar*

A busbar within one section which is connected to a main busbar and from which outgoing units are supplied.

2.1.5 *Functional unit*

A part of an ASSEMBLY comprising all the electrical and mechanical elements that contribute to the fulfilment of the same function.

2.1.6 *Incoming unit*

A functional unit through which electrical energy is normally fed into the ASSEMBLY.

2.1.7 *Unité de départ*

Unité fonctionnelle à travers laquelle l'énergie électrique est normalement fournie à un ou plusieurs circuits de départ.

2.1.8 *Groupe fonctionnel*

Groupement de plusieurs unités fonctionnelles qui sont interconnectées électriquement pour l'exécution de leurs fonctions.

2.1.9 *Conditions d'essai*

Etat d'un ENSEMBLE ou d'une partie de celui-ci dans lequel les circuits principaux correspondants sont ouverts mais pas nécessairement sectionnés et dans lequel les circuits auxiliaires associés sont raccordés, ce qui permet d'effectuer les essais de fonctionnement des dispositifs incorporés.

2.2 *Unités de construction des ENSEMBLES*

2.2.1 *Colonne* (voir figure C.4, page 165)

Unité de construction d'un ENSEMBLE entre deux séparations verticales successives.

2.2.2 *Élément de colonne*

Unité de construction d'un ENSEMBLE entre deux séparations horizontales successives à l'intérieur d'une colonne.

2.2.3 *Compartiment*

Colonne ou élément de colonne sous enveloppe à l'exception des ouvertures nécessaires aux connexions, à la commande ou à la ventilation.

2.2.4 *Colonne ou élément de colonne sous écran*

Colonne ou élément de colonne munis d'écrans prévus et disposés pour protéger contre un contact accidentel avec l'équipement voisin lors de la manipulation d'éléments dans la colonne ou l'élément de colonne.

2.2.5 *Unité de transport*

Partie d'ENSEMBLE ou ENSEMBLE complet pouvant être transporté sans être démonté.

2.2.6 *Partie fixe* (voir figure C.9, page 170)

Partie constituée d'éléments assemblés et câblés entre eux sur un support commun et qui est destinée à être fixée à demeure (voir 7.6.3).

2.2.7 *Partie amovible*

Partie qui peut être entièrement enlevée de l'ENSEMBLE et remise en place, même quand le circuit est sous tension.

2.1.7 *Outgoing unit*

A functional unit through which electrical energy is normally supplied to one or more outgoing circuits.

2.1.8 *Functional group*

A group of several functional units which are electrically interconnected for the fulfilment of their operational functions.

2.1.9 *Test situation*

A condition of an ASSEMBLY or part of it in which the relevant main circuits are open but not necessarily disconnected (isolated) whilst the associated auxiliary circuits are connected, allowing tests of the operation of incorporated devices.

2.2 *Constructional units of ASSEMBLIES*

2.2.1 *Section* (see figure C.4, page 165):

A constructional unit of an ASSEMBLY between two successive vertical delineations.

2.2.2 *Sub-section*

A constructional unit of an ASSEMBLY between two successive horizontal delineations within a section.

2.2.3 *Compartment*

A section or sub-section enclosed except for openings necessary for interconnection, control or ventilation.

2.2.4 *Barriered section or sub-section*

A section or sub-section fitted with barriers designed and arranged to protect against accidental contact with adjacent equipment when handling the elements in the section or sub-section.

2.2.5 *Transport unit*

A part of an ASSEMBLY or a complete ASSEMBLY suitable for shipping without being dismantled.

2.2.6 *Fixed part* (see figure C.9, page 170)

A part consisting of components assembled and wired on a common support and which is designed for fixed installation (see 7.6.3).

2.2.7 *Removable part*

A part which may be removed entirely from the ASSEMBLY and replaced even though the circuit to which it is connected may be live.

2.2.8 *Partie débrochable* (voir figure C.10, page 171)

Partie amovible qui, tout en demeurant reliée mécaniquement à l'ENSEMBLE, peut être déplacée jusqu'à une position dans laquelle est établie une distance de sectionnement (voir 7.1.2.2).

NOTE - Cette distance de sectionnement peut concerner soit les circuits principaux seulement, soit les circuits principaux et les circuits auxiliaires (voir 2.2.11), voir aussi le tableau 6, page 96.

2.2.9 *Position raccordée*

Position d'une partie amovible ou débrochable quand elle est entièrement raccordée pour la fonction à laquelle elle est normalement destinée.

2.2.10 *Position d'essai*

Position d'une partie débrochable, dans laquelle les circuits principaux correspondants sont ouverts en amont mais pas nécessairement sectionnés et dans laquelle les circuits auxiliaires sont raccordés, ce qui permet d'effectuer des essais de fonctionnement de la partie débrochable, cette partie demeurant mécaniquement reliée à l'ENSEMBLE.

NOTE - L'ouverture peut être également effectuée par la manoeuvre d'un dispositif approprié, sans aucun mouvement mécanique de la partie débrochable.

2.2.11 *Position de sectionnement (position isolée)*

Position d'une partie débrochable, dans laquelle une distance de sectionnement (voir 7.1.2.2) est établie dans les circuits principaux et auxiliaires, la partie débrochable demeurant mécaniquement reliée à l'ENSEMBLE.

NOTE - La distance de sectionnement peut être également établie par la manoeuvre d'un dispositif approprié, sans aucun mouvement mécanique de la partie débrochable.

2.2.12 *Position retirée*

Position d'une partie amovible ou débrochable quand elle se trouve à l'extérieur de l'ENSEMBLE et en est séparée mécaniquement et électriquement.

2.3 *Présentation extérieure des ENSEMBLES*

2.3.1 *ENSEMBLE ouvert* (voir figure C.1, page 162)

ENSEMBLE consistant en un châssis qui supporte l'équipement électrique, les parties actives de l'équipement électrique étant accessibles.

2.3.2 *ENSEMBLE ouvert à protection frontale* (voir figure C.2, page 163)

ENSEMBLE ouvert comportant une face avant qui assure un degré de protection au moins égal à IP2X de la face avant. Les parties actives peuvent être accessibles sur les autres faces.

2.3.3 *ENSEMBLE sous enveloppe*

ENSEMBLE comportant une paroi sur toutes les faces, sauf éventuellement sur la surface de montage, de façon à assurer un degré de protection au moins égal à IP2X.

2.2.8 *Withdrawable part* (see figure C.10, page 171)

A removable part which can be moved to a position where an isolating distance (see 7.1.2.2) is established, whilst remaining mechanically attached to the ASSEMBLY.

NOTE - This isolating distance may relate either to the main circuits only or to the main circuits and the auxiliary circuits (see 2.2.11), see also table 6 (page 97).

2.2.9 *Connected position*

The position of a removable or withdrawable part when it is fully connected for its normally intended function.

2.2.10 *Test position*

A position of a withdrawable part in which the relevant main circuits are open on its supply side but not necessarily disconnected (isolated) and in which the auxiliary circuits are connected, allowing tests of the operation of the withdrawable part, that part remaining mechanically attached to the ASSEMBLY.

NOTE - The opening may also be achieved without any mechanical movement of the withdrawable part by operation of a suitable device.

2.2.11 *Disconnected position (isolated position)*

A position of a withdrawable part in which an isolating distance (see 7.1.2.2) is established in main and auxiliary circuits, the withdrawable part remaining mechanically attached to the ASSEMBLY.

NOTE - The isolating distance may also be established without any mechanical movement of the withdrawable part by operation of a suitable device.

2.2.12 *Removed position*

The position of a removable or withdrawable part when it is outside the ASSEMBLY and mechanically and electrically separated from it.

2.3 *External design of ASSEMBLIES*

2.3.1 *Open-type ASSEMBLY* (see figure C.1, page 162)

An ASSEMBLY consisting of a supporting structure which supports the electrical equipment, the live parts of the electrical equipment being accessible.

2.3.2 *Dead-front ASSEMBLY* (see figure C.2, page 163)

An open-type ASSEMBLY with a front covering which provides a degree of protection of at least IP2X from the front. Live parts may be accessible from the other directions.

2.3.3 *Enclosed ASSEMBLY*

An ASSEMBLY which is enclosed on all sides with the possible exception of its mounting surface in such a manner as to provide a degree of protection of at least IP2X.

2.3.3.1 *ENSEMBLE en armoire* (voir figure C.3, page 164)

ENSEMBLE sous enveloppe reposant en principe sur le sol, pouvant comprendre plusieurs colonnes, éléments de colonnes ou compartiments.

2.3.3.2 *ENSEMBLE en armoires multiples* (voir figure C.4, page 165)

Combinaison d'armoires rigidement assujetties entre elles.

2.3.3.3 *ENSEMBLE en pupitre* (voir figure C.5, page 166)

ENSEMBLE sous enveloppe présentant une table de commande horizontale ou inclinée ou une combinaison des deux, et équipé d'appareils de commande, de mesure, de signalisation, etc.

2.3.3.4 *ENSEMBLE en coffret* (voir figure C.6, page 167)

ENSEMBLE sous enveloppe, prévu en principe pour être monté sur un plan vertical.

2.3.3.5 *ENSEMBLE en coffrets multiples* (voir figure C.6, page 167)

Combinaison de coffrets reliés mécaniquement entre eux, avec ou sans charpente commune, les liaisons électriques entre deux coffrets voisins passant par les ouvertures aménagées sur les faces qui leur sont communes.

2.3.4 *Canalisation préfabriquée* (voir figure C.7, page 168)

Ensemble d'appareillage de série sous la forme d'un réseau conducteur comprenant, dans un conduit, une gaine ou une enveloppe, des barres séparées et supportées par des matériaux isolants. [VEI 441-12-07 modifié]

Cet ENSEMBLE peut être constitué d'éléments tels que:

- éléments de canalisation avec ou sans possibilité de dérivation;
- éléments de transposition de phase, de dilatation, flexibles, d'alimentation et d'adaptation;
- éléments de dérivation.

NOTE - Le terme «barre» ne préjuge pas la forme géométrique, la taille et les dimensions du conducteur.

2.4 *Éléments de construction des ENSEMBLES*

2.4.1 *Châssis* (voir figure C.1, page 162)

Structure formant une partie d'un ENSEMBLE et prévue pour supporter divers constituants de l'ENSEMBLE et, le cas échéant, une enveloppe.

2.4.2 *Charpente* (voir figure C.8, page 169)

Structure ne faisant pas partie d'un ENSEMBLE, prévue pour supporter un ENSEMBLE sous enveloppe.

2.3.3.1 *Cubicle-type ASSEMBLY* (see figure C.3, page 164)

An enclosed ASSEMBLY in principle of the floor-standing type which may comprise several sections, sub-sections or compartments.

2.3.3.2 *Multi-cubicle-type ASSEMBLY* (see figure C.4, page 165)

A combination of a number of mechanically joined cubicles.

2.3.3.3 *Desk-type ASSEMBLY* (see figure C.5, page 166)

An enclosed ASSEMBLY with a horizontal or inclined control panel or a combination of both, which incorporates control, measuring, signalling, etc., apparatus.

2.3.3.4 *Box-type ASSEMBLY* (see figure C.6, page 167)

An enclosed ASSEMBLY, in principle intended to be mounted on a vertical plane.

2.3.3.5 *Multi-box-type ASSEMBLY* (see figure C.6, page 167)

A combination of boxes mechanically joined together, with or without a common supporting frame, the electrical connections passing between two adjacent boxes through openings in the adjoining faces.

2.3.4 *Busbar trunking system (busway)* (see figure C.7, page 168)

A type-tested assembly in the form of a conductor system comprising busbars which are spaced and supported by insulating material in a duct, trough or similar enclosure. [IEV 441-12-07 modified]

The ASSEMBLY may consist of units such as

- busbar trunking units with or without tap-off facilities;
- phase transposition, expansion, flexible, feeder and adapter units;
- tap-off units.

NOTE - The term "busbar" does not presuppose the geometrical shape, size and dimensions of the conductor.

2.4 *Structural parts of ASSEMBLIES*

2.4.1 *Supporting structure* (see figure C.1, page 162)

A structure forming part of an ASSEMBLY designed to support various components of an ASSEMBLY and an enclosure, if any.

2.4.2 *Mounting structure* (see figure C.8, page 169)

A structure not forming part of an ASSEMBLY designed to support an enclosed ASSEMBLY.

2.4.3 *Platine** (voir figure C.9, page 170)

Support plan prévu pour supporter divers constituants et pouvant être installé dans un ENSEMBLE.

2.4.4 *Cadre** (voir figure C.9, page 170)

Structure prévue pour supporter divers constituants et pouvant être installée dans un ENSEMBLE.

2.4.5 *Enveloppe*

Partie destinée à assurer la protection de l'équipement contre certaines influences externes et assurer, sur toutes ses faces, une protection contre les contacts directs à un degré de protection au moins égal à IP2X.

2.4.6 *Panneau*

Partie de l'enveloppe extérieure d'un ENSEMBLE.

2.4.7 *Porte*

Panneau pivotant ou glissant.

2.4.8 *Panneau amovible*

Panneau destiné à fermer une ouverture dans l'enveloppe extérieure et qui peut être enlevé pour effectuer certaines opérations d'exploitation et de maintenance.

2.4.9 *Plaque de fermeture*

Partie d'un ENSEMBLE - généralement d'un coffret (voir 2.3.3.4) – utilisée pour fermer une ouverture dans l'enveloppe extérieure et conçue pour être fixée par vis ou moyens semblables. Elle n'est pas normalement enlevée après la mise en service de l'équipement.

NOTE - La plaque de fermeture peut être munie d'entrées de câble.

2.4.10 *Cloison*

Partie de l'enveloppe d'un compartiment le séparant des autres compartiments.

2.4.11 *Barrière*

Élément assurant la protection contre les contacts directs dans toute direction habituelle d'accès (minimum IP2X), et contre les arcs provenant des appareils de connexion, ou autres, s'il y a lieu.

2.4.12 *Obstacle*

Élément empêchant le contact direct accidentel mais pas l'action volontaire.

* Si ces éléments de construction comportent des appareils, ils peuvent constituer des ENSEMBLES indépendants.

2.4.3 *Mounting panel* * (see figure C.9, page 170)

A panel designed to support various components and suitable for installation in an ASSEMBLY.

2.4.4 *Mounting frame* * (see figure C.9, page 170)

A framework designed to support various components and suitable for installation in an ASSEMBLY.

2.4.5 *Enclosure*

A part providing protection of equipment against certain external influences and, in any direction, protection against direct contact to a degree of protection of at least IP2X.

2.4.6 *Cover*

A part of the external enclosure of an ASSEMBLY.

2.4.7 *Door*

A hinged or sliding cover.

2.4.8 *Removable cover*

A cover which is designed for closing an opening in the external enclosure and which can be removed for carrying out certain operations and maintenance work.

2.4.9 *Cover plate*

A part of an ASSEMBLY – in general of a box (see 2.3.3.4) – which is used for closing an opening in the external enclosure and designed to be held in place by screws or similar means. It is not normally removed after the equipment is put into service.

NOTE - The cover plate can be provided with cable entries.

2.4.10 *Partition*

A part of the enclosure of a compartment separating it from other compartments.

2.4.11 *Barrier*

A part providing protection against direct contact from any usual direction of access (minimum IP2X) and against arcs from switching devices and the like, if any.

2.4.12 *Obstacle*

A part preventing unintentional direct contact, but not preventing deliberate action.

* If these structural parts incorporate apparatus, they may constitute self-contained ASSEMBLIES.

2.4.13 Volet

Partie qui peut être déplacée:

- entre une position dans laquelle elle permet l'embrochage des contacts des parties amovibles ou débrochables sur des contacts fixes, et
- une position dans laquelle elle constitue une partie d'un panneau ou d'une cloison protégeant les contacts fixes. [VEI 441-13-07 modifié]

2.4.14 Entrée des câbles

Partie comportant des ouvertures permettant le passage de câbles à l'intérieur de l'ENSEMBLE.

NOTE - Une entrée de câbles peut en même temps constituer une boîte d'extrémité.

2.5 Conditions d'installation des ENSEMBLES

2.5.1 ENSEMBLE pour installation à l'intérieur

ENSEMBLE destiné à être utilisé dans des locaux où les conditions normales d'emploi pour l'intérieur, selon le 6.1 de la présente norme, sont remplies.

2.5.2 ENSEMBLE pour installation à l'extérieur

ENSEMBLE destiné à être utilisé dans les conditions normales d'emploi pour l'extérieur selon le 6.1 de la présente norme.

2.5.3 ENSEMBLE fixe

ENSEMBLE destiné à être fixé à son emplacement d'installation, par exemple au sol ou sur une paroi, et à être utilisé à cet emplacement.

2.5.4 ENSEMBLE déplaçable

ENSEMBLE prévu pour pouvoir être facilement déplacé d'un emplacement d'utilisation à un autre.

2.6 Mesures de protection relatives aux chocs électriques

2.6.1 Partie active

Tout conducteur ou toute partie conductrice destinés à être sous tension en service normal, ainsi que le conducteur neutre, mais pas, par convention, le conducteur PEN. [VEI 826-03-01]

NOTE - Ce terme n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique.

2.6.2 Masse

Partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée et qui n'est pas normalement sous tension mais peut le devenir en cas de défaut. [VEI 826-03-02 modifié]

2.4.13 *Shutter*

A part which can be moved:

- between a position in which it permits engagement of the contacts of removable or withdrawable parts with fixed contacts, and
- a position in which it becomes a part of a cover or a partition shielding the fixed contacts. [IEV 441-13-07 modified]

2.4.14 *Cable entry*

A part with openings which permit the passage of cables into the ASSEMBLY.

NOTE - A cable entry can at the same time be designed as a cable sealing end.

2.5 *Conditions of installation of ASSEMBLIES*

2.5.1 *ASSEMBLY for indoor installation*

An ASSEMBLY which is designed for use in locations where the usual service conditions for indoor use as specified in 6.1 of this standard are fulfilled.

2.5.2 *ASSEMBLY for outdoor installation*

An ASSEMBLY which is designed for use under the usual service conditions for outdoor use as specified in 6.1 of this standard.

2.5.3 *Stationary ASSEMBLY*

An ASSEMBLY which is designed to be fixed at its place of installation, for instance to the floor or to a wall, and to be used at this place.

2.5.4 *Movable ASSEMBLY*

An ASSEMBLY which is designed so that it can readily be moved from one place of use to another.

2.6 *Protective measures with regard to electric shock*

2.6.1 *Live part*

A conductor or conductive part intended to be energized in normal use, including a neutral conductor but, by convention, not a PEN conductor. [IEV 826-03-01]

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

2.6.2 *Exposed conductive part*

A conductive part of electrical equipment, which can be touched and which is not normally live, but which may become live under fault conditions. [IEV 826-03-02 modified]

2.6.3 *Conducteur de protection (PE)*

Conducteur prescrit dans certaines mesures de protection contre les chocs électriques et destiné à relier électriquement certaines des parties suivantes:

- masses;
- éléments conducteurs;
- borne principale de terre;
- prise de terre;
- point de l'alimentation relié à la terre ou au point neutre artificiel. [VEI 826-04-05]

2.6.4 *Conducteur neutre (N)*

Conducteur relié au point neutre d'un réseau et pouvant contribuer au transport de l'énergie électrique. [VEI 826-01-03]

2.6.5 *Conducteur PEN*

Conducteur mis à la terre, assurant à la fois les fonctions de conducteur de protection et de conducteur neutre. [VEI 826-04-06 modifié]

2.6.6 *Courant de défaut*

Courant résultant d'un défaut de l'isolation ou du franchissement de l'isolation.

2.6.7 *Courant de défaut à la terre*

Courant de défaut qui s'écoule à la terre.

2.6.8 *Protection contre les contacts directs*

Empêcher les contacts dangereux des personnes avec des parties actives.

2.6.9 *Protection contre les contacts indirects*

Empêcher les contacts dangereux des personnes avec les masses.

2.7 *Passages à l'intérieur d'un ENSEMBLE*

2.7.1 *Passage de service à l'intérieur d'un ENSEMBLE*

Espace qui doit être utilisé par l'opérateur pour assurer correctement le fonctionnement et la surveillance de l'ENSEMBLE.

2.7.2 *Passage d'entretien à l'intérieur d'un ENSEMBLE*

Espace accessible au seul personnel autorisé et qui a été prévu à l'origine pour être utilisé lors de l'entretien de l'équipement installé.

2.8 *Fonctions électroniques*

2.8.1 *Blindage*

Enveloppes utilisées pour protéger les conducteurs ou les matériels contre les perturbations provoquées en particulier par le rayonnement électromagnétique d'autres conducteurs ou matériels.

2.6.3 *Protective conductor (PE)*

A conductor required 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;
- earth electrode;
- earthed point of the source or artificial neutral. [IEV 826-04-05]

2.6.4 *Neutral conductor (N)*

A conductor connected to the neutral point of a system and capable of contributing to the transmission of electrical energy. [IEV 826-01-03]

2.6.5 *PEN conductor*

An earthed conductor combining the functions of both protective conductor and neutral conductor. [IEV 826-04-06 modified]

2.6.6 *Fault current*

A current resulting from an insulation failure or the bridging of insulation.

2.6.7 *Earth fault current*

A fault current which flows to earth.

2.6.8 *Protection against direct contact*

Prevention of dangerous contact of persons with live parts.

2.6.9 *Protection against indirect contact*

Prevention of dangerous contact of persons with exposed conductive parts.

2.7 *Gangways within ASSEMBLIES*

2.7.1 *Operating gangway within an ASSEMBLY*

A space which must be used by the operator for the proper operation and supervision of the ASSEMBLY.

2.7.2 *Maintenance gangway within an ASSEMBLY*

A space which is accessible to authorized personnel only and primarily intended for use when servicing the installed equipment.

2.8 *Electronic functions*

2.8.1 *Screening*

Enclosures used to protect conductors or equipment against interference caused in particular by electromagnetic radiation from other conductors or equipment.

2.9 Coordination de l'isolement

2.9.1 Distance d'isolement

Distance entre deux parties conductrices le long d'un fil tendu suivant le plus court trajet possible entre ces deux parties conductrices. [2.5.46 de la CEI 947-1] [VEI 441-17-31]

2.9.2 Distance de sectionnement (d'un pôle d'un appareil mécanique de connexion)

Distance d'isolement entre contacts ouverts satisfaisant aux prescriptions de sécurité concernant les sectionneurs. [2.5.50 de la CEI 947-1] [VEI 441-17-35]

2.9.3 Ligne de fuite

Distance la plus courte le long de la surface d'une matière isolante entre deux parties conductrices. [2.5.51 de la CEI 947-1] [VEI 471-01-08 modifié]

NOTE - Un joint entre deux portions de matière isolante est considéré comme faisant partie de la surface.

2.9.4 Tension locale («Working voltage»)

Valeur efficace la plus élevée de la tension en courant alternatif ou valeur la plus élevée de la tension en courant continu qui peut apparaître (localement) à travers n'importe quelle isolation à la tension assignée d'alimentation, les surtensions transitoires étant négligées, en circuit ouvert ou dans les conditions normales de fonctionnement. [2.5.52 de la CEI 947-1]

2.9.5 Surtension temporaire

Surtension entre phase et terre, entre phase et neutre, ou entre phases, en un point donné et d'une durée relativement longue (plusieurs secondes). [2.5.53 de la CEI 947-1] [VEI 604-03-12 modifié]

2.9.6 Surtensions transitoires

Au sens de la présente norme, les surtensions transitoires sont les suivantes [2.5.54 de la CEI 947-1]:

2.9.6.1 Surtension de manoeuvre

Surtension transitoire apparaissant en un point donné d'un système (réseau) et engendrée par une manoeuvre ou un défaut. [2.5.54.1 de la CEI 947-1] [VEI 604-03-29 modifié]

2.9.6.2 Surtension de foudre

Surtension transitoire apparaissant en un point donné d'un système (réseau) et engendrée par une décharge atmosphérique (voir également la CEI 60 et la CEI 71-1). [2.5.54.2 de la CEI 947-1]

2.9.7 Tension de tenue aux chocs

Valeur de crête la plus élevée de tensions choc, de forme et de polarité prescrites, qui ne provoque pas de claquage dans des conditions d'essai spécifiées. [2.5.55 de la CEI 947-1]

2.9 *Insulation co-ordination*

2.9.1 *Clearance*

The distance between two conductive parts along a string stretched the shortest way between these conductive parts. [2.5.46 of IEC 947-1] [IEV 441-17-31]

2.9.2 *Isolating distance (of a pole of a mechanical switching device)*

The clearance between open contacts meeting the safety requirements specified for disconnectors. [2.5.50 of IEC 947-1] [IEV 441-17-35]

2.9.3 *Creepage distance*

The shortest distance along the surface of an insulating material between two conductive parts. [2.5.51 of IEC 947-1] [IEV 471-01-08 modified]

NOTE - A joint between two pieces of insulating material is considered part of the surface.

2.9.4 *Working voltage*

The highest value of the a.c. (r.m.s.) or d.c. voltage which may occur (locally) across any insulation at rated supply voltage, transients being disregarded, in open circuit conditions or under normal operating conditions. [2.5.52 of IEC 947-1]

2.9.5 *Temporary overvoltage*

The phase-to-earth, phase-to-neutral or phase-to-phase overvoltage at a given location and of relatively long duration (several seconds). [2.5.53 of IEC 947-1] [IEV 604-03-12 modified]

2.9.6 *Transient overvoltages*

The transient overvoltages in the sense of this standard are the following [2.5.54 of IEC 947-1]:

2.9.6.1 *Switching overvoltage*

A transient overvoltage at a given location on a system due to a specific switching operation or fault. [2.5.54.1 of IEC 947-1] [IEV 604-03-29 modified]

2.9.6.2 *Lightning overvoltage*

A transient overvoltage at a given location on a system due to a specific lightning discharge (see also IEC 60 and IEC 71-1). [2.5.54.2 of IEC 947-1]

2.9.7 *Impulse withstand voltage*

The highest peak value of an impulse voltage, of prescribed form and polarity, which does not cause breakdown under specified conditions of test. [2.5.55 of IEC 947-1]

2.9.8 Tension de tenue à fréquence industrielle

Valeur efficace d'une tension sinusoïdale à fréquence industrielle qui ne provoque pas de claquage dans des conditions d'essai spécifiées. [2.5.56 de la CEI 947-1] [VEI 604-03-40 modifié]

2.9.9 Pollution

Tout apport de matériau étranger solide, liquide ou gazeux (gaz ionisés) qui peut entraîner une réduction de la rigidité diélectrique ou de la résistivité de la surface. [2.5.57 de la CEI 947-1]

2.9.10 Degré de pollution (des conditions d'environnement)

Nombre conventionnel, basé sur la quantité de poussières conductrices ou hygroscopiques, de gaz ionisés ou de sels, et sur l'humidité relative et sa fréquence d'apparition se traduisant par l'absorption ou la condensation d'humidité, ayant pour effet de diminuer la rigidité diélectrique et/ou la résistivité superficielle.

NOTES

- 1 Le degré de pollution auquel les matériaux isolants des appareils et des composants sont exposés peut être différent de celui du macro-environnement dans lequel les appareils et les composants sont situés en raison de la protection assurée par des moyens tels qu'une enveloppe ou un chauffage interne empêchant l'absorption ou la condensation d'humidité.
- 2 Dans le cadre de la présente norme, le degré de pollution est celui du micro-environnement. [2.5.58 de la CEI 947-1]

2.9.11 Micro-environnement (d'une distance d'isolement ou d'une ligne de fuite)

Conditions ambiantes à proximité immédiate des distances d'isolement ou des lignes de fuite considérées.

NOTE - C'est le micro-environnement des lignes de fuite ou des distances d'isolement et non l'environnement de l'ENSEMBLE ou des constituants qui détermine l'effet sur l'isolation. Le micro-environnement peut être meilleur ou pire que l'environnement de l'ENSEMBLE ou des constituants. Il comprend tous les facteurs influant sur l'isolation, tels que conditions climatiques, influences électromagnétiques, production de pollution, etc. [2.5.59 de la CEI 947-1]

2.9.12 Catégorie de surtension (d'un circuit ou dans un réseau)

Nombre conventionnel, basé sur la limitation (ou la commande) des valeurs de surtensions transitoires présumées apparaissant dans un circuit (ou dans un réseau où existent des sections de tensions nominales différentes) et dépendant des moyens employés pour agir sur ces surtensions.

NOTE - Dans un réseau, le passage d'une catégorie de surtension à une autre de catégorie inférieure est réalisé à l'aide de moyens appropriés répondant aux prescriptions d'interface, tels qu'un dispositif de protection contre les surtensions ou des impédances disposées en série et/ou en parallèle capables de dissiper, d'absorber ou de détourner l'énergie du courant de surcharge correspondant, afin d'abaisser la valeur des surtensions transitoires à celle qui correspond à la catégorie de surtension inférieure recherchée. [2.5.60 de la CEI 947-1]

2.9.13 Parafoudre

Appareil destiné à protéger le matériel électrique contre les surtensions transitoires élevées et à limiter la durée et souvent l'amplitude du courant de suite. [2.2.22 de la CEI 947-1] [VEI 604-03-51]

2.9.8 *Power-frequency withstand voltage*

The r.m.s. value of a power-frequency sinusoidal voltage which does not cause breakdown under specified conditions of test. [2.5.56 of IEC 947-1] [IEV 604-03-40 modified]

2.9.9 *Pollution*

Any condition of foreign matter, solid, liquid or gaseous (ionized gases), that may affect dielectric strength or surface resistivity. [2.5.57 of IEC 947-1]

2.9.10 *Pollution degree (of environmental conditions)*

A conventional number based on the amount of conductive or hygroscopic dust, ionized gas or salt and on the relative humidity and its frequency of occurrence resulting in hygroscopic absorption or condensation of moisture leading to reduction in dielectric strength and/or surface resistivity.

NOTES

- 1 The pollution degree to which the insulating materials of devices and components are exposed may be different from that of the macro-environment where the devices or components are located because of protection offered by means such as an enclosure or internal heating to prevent absorption or condensation of moisture.
- 2 For the purpose of this standard, the pollution degree is of the micro-environment. [2.5.58 of IEC 947-1]

2.9.11 *Micro-environment (of a clearance or creepage distance)*

The ambient conditions which surround the clearance or creepage distance under consideration.

NOTE - The micro-environment of the creepage distance or clearance and not the environment of the ASSEMBLY or components determines the effect on the insulation. The micro-environment may be better or worse than the environment of the ASSEMBLY or components. It includes all factors influencing the insulation, such as climatic and electromagnetic conditions, generation of pollution, etc. [2.5.59 of IEC 947-1 modified]

2.9.12 *Overvoltage category (of a circuit or within an electrical system)*

A conventional number based on limiting (or controlling) the values of prospective transient overvoltages occurring in a circuit (or within an electrical system having different nominal voltages) and depending upon the means employed to influence the overvoltages.

NOTE - In an electrical system, the transition from one overvoltage category to another of lower category is obtained through appropriate means complying with interface requirements, such as an overvoltage protective device or a series-shunt impedance arrangement capable of dissipating, absorbing, or diverting the energy in the associated surge current, to lower the transient overvoltage value to that of the desired lower overvoltage category. [2.5.60 of IEC 947-1]

2.9.13 *Surge arrester*

A device designed to protect the electrical apparatus from high transient overvoltages and to limit the duration and frequently the amplitude of the follow-on current. [2.2.22 of IEC 947-1] [IEV 604-03-51]

2.9.14 *Coordination de l'isolement*

Correspondance des caractéristiques d'isolement du matériel électrique, d'une part avec les surtensions attendues et avec les caractéristiques des dispositifs de protection contre les surtensions et, d'autre part, avec le micro-environnement attendu et les moyens de protection contre la pollution. [2.5.61 de la CEI 947-1] [VEI 604-03-08 modifié]

2.9.15 *Champ homogène (uniforme)*

Champ électrique dont le gradient de tension est essentiellement constant entre les électrodes, comme c'est le cas entre deux sphères où le rayon de chacune est plus grand que la distance qui les sépare. [2.5.62 de la CEI 947-1]

2.9.16 *Champ non homogène (non uniforme)*

Champ électrique dont le gradient de tension entre électrodes n'est pas essentiellement constant. [2.5.63 de la CEI 947-1]

2.9.17 *Cheminement*

Formation progressive de trajets conducteurs produits à la surface d'un isolant solide sous l'effet combiné des contraintes électriques et de la contamination électrolytique de cette surface. [2.5.64 de la CEI 947-1]

2.9.18 *Indice de résistance au cheminement (IRC)*

Valeur numérique de la tension maximale, exprimée en volts, pour laquelle un matériau supporte sans cheminer le dépôt de 50 gouttes d'une solution d'essai.

NOTE - La valeur de chaque tension d'essai et de l'indice de résistance au cheminement sera divisible par 25. [2.5.65 de la CEI 947-1]

2.10 *Courants de court-circuit*

2.10.1 *Courant de court-circuit (I_c) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)*

Surintensité résultant d'un court-circuit dû à un défaut ou à un branchement incorrect dans un circuit électrique. [2.1.6 de la CEI 947-1] [VEI 441-11-07 modifié]

2.10.2 *Courant de court-circuit présumé (I_{cp}) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)*

Courant qui circule lorsque les conducteurs d'alimentation du circuit sont court-circuités par un conducteur d'impédance négligeable placé aussi près que possible des bornes d'alimentation de cet ENSEMBLE.

2.10.3 *Courant coupé limité*

Valeur instantanée maximale du courant atteinte au cours de la coupure effectuée par un appareil de connexion ou un fusible. [VEI 441-17-12]

NOTE - Cette notion est d'importance particulière si l'appareil de connexion ou le fusible fonctionne de telle manière que le courant présumé de crête du circuit n'est pas atteint.

2.9.14 *Co-ordination of insulation*

The correlation of insulating characteristics of electrical equipment with the expected overvoltages and the characteristics of overvoltage protective devices on the one hand, and with the expected micro-environment and the pollution protective means on the other hand. [2.5.61 of IEC 947-1] [IEV 604-03-08 modified]

2.9.15 *Homogeneous (uniform) field*

An electric field which has an essentially constant voltage gradient between electrodes, such as that between two spheres where the radius of each sphere is greater than the distance between them. [2.5.62 of IEC 947-1]

2.9.16 *Inhomogeneous (non-uniform) field*

An electric field which has not an essentially constant voltage gradient between electrodes. [2.5.63 of IEC 947-1]

2.9.17 *Tracking*

The progressive formation of conducting paths which are produced on the surface of a solid insulating material, due to the combined effects of electric stress and electrolytic contamination on this surface. [2.5.64 of IEC 947-1]

2.9.18 *Comparative tracking index (CTI)*

The numerical value of the maximum voltage in volts at which a material withstands 50 drops of a defined test liquid without tracking

NOTE - The value of each test voltage and the CTI should be divisible by 25. [2.5.65 of IEC 947-1]

2.10 *Short-circuit currents*

2.10.1 *Short-circuit current (I_s) (of a circuit of an ASSEMBLY)*

An over-current resulting from a short-circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit. [2.1.6 of IEC 947-1] [IEV 441-11-07 modified]

2.10.2 *Prospective short-circuit current (I_{cp}) (of a circuit of an ASSEMBLY)*

A current which flows when the supply conductors to the circuit are short-circuited by a conductor of negligible impedance located as near as possible to the supply terminal of the ASSEMBLY.

2.10.3 *Cut-off current; Let-through current*

The maximum instantaneous value of current attained during the breaking operation of a switching device or a fuse. [IEV 441-17-12]

NOTE - This concept is of particular importance when the switching device or the fuse operates in such a manner that the prospective peak current of the circuit is not reached.

3 Classification des ENSEMBLES

Les ENSEMBLES sont classés selon:

- la présentation extérieure (voir 2.3);
- l'emplacement d'installation (voir 2.5.1 et 2.5.2);
- les conditions d'installation relatives à l'aptitude au déplacement (voir 2.5.3 et 2.5.4);
- le degré de protection (voir 7.2.1);
- la nature de l'enveloppe;
- la méthode de montage, par exemple partie fixe ou mobile (voir 7.6.3 et 7.6.4);
- les mesures pour la protection des personnes (voir 7.4).

4 Caractéristiques électriques des ENSEMBLES

Un ENSEMBLE est défini par les caractéristiques électriques suivantes:

4.1 Tensions assignées

Un ENSEMBLE est défini par les tensions assignées suivantes de ses différents circuits:

4.1.1 Tension assignée d'emploi (d'un circuit d'un ENSEMBLE)

Une tension assignée d'emploi (U_e) d'un circuit d'un ENSEMBLE est la valeur de tension qui, combinée avec le courant assigné de ce circuit, détermine son utilisation.

Pour les circuits polyphasés, c'est la tension entre phases.

NOTE - Les valeurs normales des tensions assignées des circuits de commande sont spécifiées dans les normes relatives aux appareils incorporés.

Le constructeur de l'ENSEMBLE doit indiquer les limites de tension nécessaire au fonctionnement correct des circuits principaux et auxiliaires. De toute façon, ces limites doivent être telles que la tension aux bornes du circuit de commande des éléments constitutifs incorporés reste, dans les conditions normales de charge, dans les limites spécifiées par les normes correspondantes de la CEI.

4.1.2 Tension assignée d'isolement (U_i) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)

La tension assignée d'isolement (U_i) d'un circuit d'un ENSEMBLE est la valeur de tension à laquelle on se réfère pour les essais diélectriques et pour les lignes de fuite.

La tension assignée d'emploi maximale de n'importe quel circuit de l'ENSEMBLE ne doit pas dépasser sa tension assignée d'isolement. Il est admis que la tension d'emploi de n'importe quel circuit d'un ENSEMBLE ne dépasse pas, même temporairement, 110 % de sa tension assignée d'isolement.

NOTE - Pour les circuits monophasés provenant des systèmes IT (voir la CEI 364-3), la tension d'isolement sera au moins égale à la tension entre les phases de l'alimentation.

4.1.3 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)

Valeur de crête d'une tension de choc de forme et de polarité prescrites que le circuit d'un ENSEMBLE est capable de supporter sans défaillance dans les conditions spécifiées d'essai et à laquelle les valeurs des distances d'isolement se réfèrent.

3 Classification of ASSEMBLIES

ASSEMBLIES are classified according to:

- the external design (see 2.3);
- the place of installation (see 2.5.1 and 2.5.2);
- the conditions of installation with respect to mobility (see 2.5.3 and 2.5.4);
- the degree of protection (see 7.2.1);
- the type of enclosure;
- the method of mounting, for example fixed or removable parts (see 7.6.3 and 7.6.4);
- the measures for the protection of persons (see 7.4).

4 Electrical characteristics of ASSEMBLIES

An ASSEMBLY is defined by the following electrical characteristics.

4.1 Rated voltages

An ASSEMBLY is defined by the following rated voltages of its various circuits:

4.1.1 Rated operational voltage (of a circuit of an ASSEMBLY)

A rated operational voltage (U_o) of a circuit of an ASSEMBLY is the value of voltage which, combined with the rated current of this circuit, determines its application.

For polyphase circuits, it is stated as the voltage between phases.

NOTE - Standard values of rated control circuit voltages are found in the relevant standards for the incorporated devices.

The manufacturer of the ASSEMBLY shall state the limits of voltage necessary for correct functioning of the main and auxiliary circuits. In any case, these limits must be such that the voltage at the control circuit terminals of incorporated components is maintained under normal load conditions, within the limits specified in the relevant IEC standards.

4.1.2 Rated insulation voltage (U_i) (of a circuit of an ASSEMBLY)

The rated insulation voltage (U_i) of a circuit of an ASSEMBLY is the voltage value to which dielectric test voltages and creepage distances are referred.

The maximum rated operational voltage of any circuit of the ASSEMBLY shall not exceed its rated insulation voltage. It is assumed that the operational voltage of any circuit of an ASSEMBLY will not, even temporarily, exceed 110 % of its rated insulation voltage.

NOTE - For single-phase circuits derived from IT systems (see IEC 364-3), the rated insulation voltage should be at least equal to the voltage between phases of the supply.

4.1.3 Rated impulse withstand voltage (U_{imp}) (of a circuit of an ASSEMBLY)

The peak value of an impulse voltage of prescribed form and polarity which the circuit of an ASSEMBLY is capable of withstanding without failure under specified conditions of test and to which the values of the clearances are referred.

La tension assignée de tenue aux chocs d'un circuit d'un ENSEMBLE doit être égale ou supérieure aux valeurs données pour les surtensions transitoires se produisant dans le système dans lequel l'ENSEMBLE est inséré.

NOTE - Les valeurs préférentielles de tension de choc assignée sont celles données dans le tableau 13 (page 152).

4.2 Courant assigné (d'un circuit d'un ENSEMBLE)

Le courant assigné d'un circuit d'un ENSEMBLE est fixé par le constructeur en fonction des valeurs assignées des constituants de l'équipement électrique à l'intérieur de l'ENSEMBLE, de leur disposition et de leur utilisation. Ce courant doit être supporté sans que l'échauffement de ses diverses parties dépasse les limites spécifiées en 7.3 (tableau 3), quand l'essai est effectué conformément au 8.2.1.

NOTE - Etant donné la complexité des facteurs qui déterminent les courants assignés, aucune valeur normalisée ne peut être donnée.

4.3 Courant assigné de courte durée admissible (I_{cw}) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)

Le courant assigné de courte durée admissible d'un circuit d'un ENSEMBLE est la valeur efficace du courant de courte durée assigné à ce circuit par le constructeur, que le circuit peut supporter sans dommage dans les conditions d'essai spécifiées en 8.2.3. Sauf indication contraire du constructeur, cette durée est 1 s. [VEI 441-17-17 modifié]

En courant alternatif, la valeur du courant est la valeur efficace de la composante alternative, et il est supposé que la valeur de crête la plus élevée susceptible de se produire ne dépasse pas n fois cette valeur efficace, le facteur n étant donné en 7.5.3.

NOTES

- 1 Si le temps est inférieur à 1 s, il convient d'indiquer le courant assigné de courte durée admissible ainsi que le temps, par exemple sous la forme 20 kA, 0,2 s.
- 2 Le courant assigné de courte durée admissible peut être soit un courant présumé lorsque les essais sont effectués à la tension assignée d'emploi, soit un courant réel lorsque les essais sont effectués à une tension inférieure. Cette caractéristique assignée est identique au courant assigné présumé défini dans l'édition précédente de cette norme si l'essai est effectué à la tension assignée d'emploi maximale.

4.4 Courant assigné de crête admissible (I_{pk}) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)

Le courant assigné de crête admissible d'un circuit d'un ENSEMBLE est la valeur du courant de crête assigné à ce circuit par le constructeur, que ce circuit peut supporter de façon satisfaisante dans les conditions d'essai spécifiées en 8.2.3 (voir aussi 7.5.3). [VEI 441-17-18 modifié]

4.5 Courant assigné de court-circuit conditionnel (I_{cc}) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)

Le courant assigné de court-circuit conditionnel d'un circuit d'un ENSEMBLE est la valeur du courant présumé de court-circuit fixé par le constructeur, que ce circuit, protégé par un appareil de protection contre les courts-circuits, peut supporter de façon satisfaisante pendant le temps de fonctionnement de cet appareil dans les conditions d'essai spécifiées en 8.2.3 (voir aussi 7.5.2).

La spécification détaillée du dispositif de protection contre les courts-circuits doit être établie par le constructeur.

The rated impulse withstand voltage of a circuit of an ASSEMBLY shall be equal to or higher than the values stated for the transient overvoltages occurring in the system in which the ASSEMBLY is inserted.

NOTE - Preferred values of rated impulse withstand voltage are those given in table 13 (page 153).

4.2 Rated current (of a circuit of an ASSEMBLY)

The rated current of a circuit of an ASSEMBLY is stated by the manufacturer, taking into consideration the ratings of the components of the electrical equipment within the ASSEMBLY, their disposition and application. This current must be carried without the temperature-rise of its several parts exceeding the limits specified in 7.3 (table 3) when verified according to 8.2.1.

NOTE - Due to the complex factors determining the rated currents, no standard values can be given.

4.3 Rated short-time withstand current (I_{cw}) (of a circuit of an ASSEMBLY)

The rated short-time withstand current of a circuit of an ASSEMBLY is the r.m.s. value of short-time current assigned to that circuit by the manufacturer, which that circuit can carry without damage under the test conditions specified in 8.2.3. Unless otherwise stated by the manufacturer, the time is 1 s. [IEV 441-17-17 modified]

For a.c. the value of the current is the r.m.s. value of the a.c. component and it is assumed that the highest peak value likely to occur does not exceed n times this r.m.s. value, the factor n being given in 7.5.3.

NOTES

- 1 If the time is shorter than 1 s, both the rated short-time withstand current and the time should be stated, for example 20 kA, 0,2 s.
- 2 The rated short-time withstand current can be either a prospective current when the tests are conducted at the rated operational voltage or an actual current when the tests are conducted at a lower voltage. This rating is identical to the rated prospective short-circuit current defined in the previous edition of this standard if the test is conducted at the rated maximum operational voltage.

4.4 Rated peak withstand current (I_{pk}) (of a circuit of an ASSEMBLY)

The rated peak withstand current of a circuit of an ASSEMBLY is the value of peak current, assigned to that circuit by the manufacturer, which that circuit can withstand satisfactorily under the test conditions specified in 8.2.3 (see also 7.5.3). [IEV 441-17-18 modified]

4.5 Rated conditional short-circuit current (I_{cc}) (of a circuit of an ASSEMBLY)

The rated conditional short-circuit current of a circuit of an ASSEMBLY is the value of prospective short-circuit current, stated by the manufacturer, which that circuit, protected by a short-circuit protective device specified by the manufacturer, can withstand satisfactorily for the operating time of the device under the test conditions specified in 8.2.3 (see also 7.5.2).

The details of the specified short-circuit protective device shall be stated by the manufacturer.

NOTES

- 1 En courant alternatif, le courant assigné de court-circuit conditionnel est la valeur efficace de la composante alternative du courant.
- 2 L'appareil de protection contre les courts-circuits peut soit former une partie intégrante de l'ENSEMBLE, soit être une unité séparée.

4.6 Courant assigné de court-circuit limité par fusible (I_{cf}) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)

Le courant assigné de court-circuit limité par fusible d'un circuit d'un ENSEMBLE est le courant de court-circuit assigné de court-circuit conditionnel lorsque le dispositif de protection contre les courts-circuits est un fusible conforme à la CEI 269. [VEI 441-17-21 modifié]

4.7 Facteur assigné de diversité

Le facteur assigné de diversité d'un ENSEMBLE ou d'une partie d'un ENSEMBLE ayant plusieurs circuits principaux (par exemple une colonne ou un élément de colonne) et le rapport de la somme maximale, à n'importe quel instant, des courants présumés dans tous les circuits principaux considérés, à la somme des courants assignés de tous les circuits principaux de l'ENSEMBLE ou de la partie choisie de l'ENSEMBLE.

Quand le constructeur définit un facteur assigné de diversité, ce facteur doit être utilisé pour l'essai d'échauffement conformément à 8.2.1.

NOTE - En l'absence d'informations concernant les courants réels, les valeurs conventionnelles suivantes peuvent être utilisées:

Tableau 1

Nombre de circuits principaux	Facteur de diversité
2 et 3	0,9
4 et 5	0,8
6 à 9 inclus	0,7
10 (et au-dessus)	0,6

4.8 Fréquence assignée

La fréquence assignée d'un ENSEMBLE est la valeur de fréquence qui sert à le désigner et à laquelle se rapportent les conditions de fonctionnement.

Si les circuits d'un ENSEMBLE sont prévus pour des valeurs de fréquence différentes, la fréquence assignée de chaque circuit doit être précisée.

NOTE - La fréquence est en principe comprise dans les limites spécifiées par les normes correspondantes de la CEI relatives aux éléments constitutifs incorporés. Sauf indication contraire du constructeur de l'ENSEMBLE, on admet que les limites sont égales à 98 % et 102 % de la fréquence assignée.

NOTES

- 1 For a.c., the rated conditional short-circuit current is expressed by the r.m.s. value of the a.c. component.
- 2 The short-circuit protective device may either form an integral part of the ASSEMBLY or be a separate unit.

4.6 Rated fused short-circuit current (I_{ct}) (of a circuit of an ASSEMBLY)

The rated fused short-circuit current of a circuit of an ASSEMBLY is the rated conditional short-circuit current when the short-circuit protective device is a fuse according to IEC 269. [IEV 441-17-21 modified]

4.7 Rated diversity factor

The rated diversity factor of an ASSEMBLY or a part of an ASSEMBLY having several main circuits (e.g. a section or sub-section) is the ratio of the maximum sum, at any one time, of the assumed currents of all the main circuits involved, to the sum of the rated currents of all the main circuits of the ASSEMBLY or the selected part of the ASSEMBLY.

When the manufacturer states a rated diversity factor, this factor shall be used for the temperature-rise test in accordance with 8.2.1.

NOTE - In the absence of information concerning the actual currents, the following conventional values may be used:

Table 1

Number of main circuits	Diversity factor
2 and 3	0,9
4 and 5	0,8
6 to 9 inclusive	0,7
10 (and above)	0,6

4.8 Rated frequency

The rated frequency of an ASSEMBLY is the value of frequency which designates it and to which the operating conditions are referred.

If the circuits of an ASSEMBLY are designed for different values of frequency, the rated frequency of each circuit shall be given.

NOTE - The frequency should be within the limits specified in the relevant IEC standards for the incorporated components. Unless otherwise stated by the manufacturer of the ASSEMBLY, the limits are assumed to be 98 % and 102 % of the rated frequency.

5 Renseignements à donner sur l'ENSEMBLE

Les renseignements qui suivent doivent être donnés par le constructeur:

5.1 Plaques signalétiques

Tout ENSEMBLE doit être muni d'une ou de plusieurs plaques marquées d'une manière durable et disposées à un emplacement leur permettant d'être visibles et lisibles lorsque l'ENSEMBLE est installé.

Les renseignements spécifiés aux points a) et b) doivent se trouver sur la plaque signalétique.

Les renseignements énumérés aux points c) à q) doivent se trouver, le cas échéant, soit sur les plaques signalétiques, soit dans la documentation technique du constructeur.

a) le nom du constructeur ou sa marque de fabrique;

NOTE - Le constructeur est considéré comme étant l'organisation prenant la responsabilité de l'ENSEMBLE terminé.

b) la désignation du type ou un numéro d'identification, ou tout autre moyen d'identification, permettant d'obtenir du constructeur les renseignements correspondants;

c) la CEI 439-1;

d) la nature du courant (et la fréquence en cas de courant alternatif);

e) les tensions assignées d'emploi (voir 4.1.1);

f) les tensions assignées d'isolement (voir 4.1.2);

- la tension assignée de tenue aux chocs, quand elle est annoncée par le constructeur (voir 4.1.3);

g) les tensions assignées des circuits auxiliaires (s'il y a lieu);

h) les limites de fonctionnement (voir article 4);

i) le courant assigné de chaque circuit (s'il y a lieu; voir 4.2);

k) la tenue aux courts-circuits (voir 7.5.2);

l) le degré de protection (voir 7.2.1);

m) les mesures de protection des personnes (voir 7.4);

n) les conditions d'emploi pour l'intérieur, pour l'extérieur ou pour un usage spécial, si elles diffèrent des conditions usuelles d'emploi figurant en 6.1;

- le degré de pollution, quand il est annoncé par le constructeur (voir 6.1.2.3);

o) les types de régime du neutre pour lesquels l'ENSEMBLE est prévu;

p) les dimensions (voir figures C.3 et C.4 de l'annexe C) de préférence annoncées dans l'ordre: hauteur, largeur (ou longueur), profondeur (non applicable aux EDS);

q) la masse (non applicable aux EDS).

5.2 Repérage

A l'intérieur de l'ENSEMBLE, il doit être possible d'identifier les circuits individuels et leurs dispositifs de protection.

5 Information to be given regarding the ASSEMBLY

The following information shall be given by the manufacturer:

5.1 Nameplates

Each ASSEMBLY shall be provided with one or more plates, marked in a durable manner and located in a place such that they are visible and legible when the ASSEMBLY is installed.

Information specified under Items a) and b) shall be given on the nameplate.

Information from items c) to q), where applicable, shall be given either on the nameplates or in the technical documentation of the manufacturer.

- a) The manufacturer's name or trade mark;

NOTE - The manufacturer is deemed to be the organization taking the responsibility for the completed ASSEMBLY.

- b) type designation or identification number or other means of identification making it possible to obtain relevant information from the manufacturer;

- c) IEC 439-1;

- d) type of current (and frequency in the case of a.c.);

- e) rated operational voltages (see 4.1.1);

- f) rated insulation voltages (see 4.1.2);

- rated impulse withstand voltage, when declared by the manufacturer (see 4.1.3);

- g) rated voltages of auxiliary circuits (if applicable);

- h) limits of operation (see clause 4);

- j) rated current of each circuit (if applicable; see 4.2);

- k) short-circuit withstand strength (see 7.5.2);

- l) degree of protection (see 7.2.1);

- m) measures for protection of persons (see 7.4);

- n) service conditions for indoor use, outdoor use or special use, if different from the usual service conditions as given in 6.1;

- pollution degree, when declared by the manufacturer (see 6.1.2.3);

- o) types of system earthing for which the ASSEMBLY is designed;

- p) dimensions (see figures C.3 and C.4 of annex C) (not applicable for PTTA) given preferably in the order of height, width (or length), depth;

- q) weight (not applicable for PTTA).

5.2 Markings

Inside the ASSEMBLY, it shall be possible to identify individual circuits and their protective devices.

Lorsque les appareils équipant l'ENSEMBLE sont munis de repères, les repères utilisés doivent être identiques à ceux qui se trouvent sur les schémas de câblage qui peuvent être fournis en même temps que l'ENSEMBLE et doivent être conformes à la CEI 750.

5.3 *Instructions pour l'installation, le fonctionnement et la maintenance*

Le constructeur doit spécifier dans ses documents ou catalogues les conditions éventuelles d'installation, de fonctionnement et de maintenance de l'ENSEMBLE et du matériel qu'il contient.

En cas de nécessité, les instructions pour le transport, l'installation et le fonctionnement de l'ENSEMBLE doivent indiquer les mesures qui sont d'une importance particulière pour l'installation correcte, la mise en route et le fonctionnement convenables de l'ENSEMBLE.

Lorsque c'est nécessaire, les documents mentionnés ci-dessus doivent indiquer la nature de la maintenance et sa périodicité recommandée.

Si le câblage n'apparaît pas nettement du fait de la disposition matérielle des appareils installés, il convient de fournir les renseignements appropriés, par exemple, schémas ou tableaux de circuits.

6 Conditions d'emploi

6.1 *Conditions normales d'emploi*

Les ENSEMBLES conformes à la présente norme sont prévus pour être utilisés dans les conditions d'emploi suivantes:

NOTE - Si on utilise des constituants, par exemple des relais, des matériels électroniques, qui ne sont pas prévus pour ces conditions, il convient de prendre des mesures appropriées pour assurer un fonctionnement convenable (voir 7.6.2.4, deuxième alinéa).

6.1.1 *Température de l'air ambiant*

6.1.1.1 *Température de l'air ambiant pour les installations à l'intérieur*

La température de l'air ambiant ne dépasse pas +40 °C et la température moyenne pendant une période de 24 h ne dépasse pas +35 °C.

La limite inférieure de la température de l'air ambiant est –5 °C.

6.1.1.2 *Température de l'air ambiant pour les installations à l'extérieur*

La température de l'air ambiant ne dépasse pas +40 °C et la température moyenne pendant une période de 24 h ne dépasse pas +35 °C.

La limite inférieure de la température de l'air ambiant est:

–25 °C dans un climat tempéré, et

–50 °C dans un climat arctique.

NOTE - L'emploi d'ENSEMBLES dans un climat arctique peut nécessiter un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur.

Where items of equipment of the ASSEMBLY are designated, the designations used shall be identical with those in the wiring diagrams which may be supplied together with the ASSEMBLY and shall be in accordance with IEC 750.

5.3 *Instructions for installation, operation and maintenance*

The manufacturer shall specify in his documents or catalogues the conditions, if any, for the installation, operation and maintenance of the ASSEMBLY and the equipment contained therein.

If necessary, the instructions for the transport, installation and operation of the ASSEMBLY shall indicate the measures that are of particular importance for the proper and correct installation, commissioning and operation of the ASSEMBLY.

Where necessary, the above-mentioned documents shall indicate the recommended extent and frequency of maintenance.

If the circuitry is not obvious from the physical arrangement of the apparatus installed, suitable information shall be supplied, for example wiring diagrams or tables.

6 **Service conditions**

6.1 *Normal service conditions*

ASSEMBLIES conforming to this standard are intended for use under the following service conditions.

NOTE - If components, for example relays, electronic equipment, are used which are not designed for these conditions, appropriate steps should be taken to ensure proper operation (see 7.6.2.4, second paragraph).

6.1.1 *Ambient air temperature*

6.1.1.1 *Ambient air temperature for indoor installations*

The ambient air temperature does not exceed +40 °C and its average over a period of 24 h does not exceed +35 °C

The lower limit of the ambient air temperature is -5 °C.

6.1.1.2 *Ambient air temperature for outdoor installations*

The ambient air temperature does not exceed +40 °C and its average over a period of 24 h does not exceed +35 °C.

The lower limit of the ambient air temperature is:

- 25 °C in a temperate climate, and
- 50 °C in an arctic climate.

NOTE - The use of ASSEMBLIES in an arctic climate may require a special agreement between manufacturer and user.

6.1.2 Conditions atmosphériques

6.1.2.1 Conditions atmosphériques pour les installations à l'intérieur

L'air est propre et son humidité relative ne dépasse pas 50 % à une température maximale de +40 °C. Des degrés d'humidité relative plus élevés peuvent être admis à des températures plus basses, par exemple 90 % à +20 °C. Il convient de tenir compte d'une condensation modérée qui peut se produire occasionnellement en raison des variations de température.

6.1.2.2 Conditions atmosphériques pour les installations à l'extérieur

L'humidité relative peut temporairement atteindre 100 % à une température maximale de +25 %.

6.1.2.3 Degré de pollution

Le degré de pollution (voir 2.11.10) se rapporte aux conditions d'environnement pour lesquelles est prévu l'ENSEMBLE.

Pour les appareils de connexion et les constituents à l'intérieur d'une enveloppe, le degré de pollution des conditions d'environnement à l'intérieur de l'enveloppe est applicable.

Pour évaluer les distances d'isolement et les lignes de fuite, on distingue les quatre degrés suivants de pollution au niveau du micro environnement (les distances d'isolement et les lignes de fuite sont données aux tableaux 14 et 16 en fonction des différents degrés de pollution):

Degré de pollution 1:

Il n'existe pas de pollution ou seulement une pollution sèche non conductrice.

Degré de pollution 2:

Présence normale d'une seule pollution non conductrice. On peut cependant, occasionnellement, s'attendre à une conductivité temporaire provoquée par la condensation.

Degré de pollution 3:

Présence d'une pollution conductrice ou d'une pollution sèche non conductrice qui devient conductrice par suite de condensation.

Degré de pollution 4:

La pollution provoque une conductivité persistante, pollution causée, par exemple, par de la poussière conductrice ou par de la neige ou de la pluie.

Degré de pollution normal pour les applications industrielles:

Sauf prescription contraire, les ENSEMBLES pour les applications industrielles sont, en général, destinés à être utilisés dans un environnement à degré de pollution 3. Toutefois, les autres degrés de pollution peuvent s'appliquer en fonction du micro-environnement ou d'emplois particuliers.

6.1.2 *Atmospheric conditions*

6.1.2.1 *Atmospheric conditions for indoor installations*

The air is clean and its relative humidity does not exceed 50 % at a maximum temperature of +40 °C. Higher relative humidities may be permitted at lower temperatures, for example 90 % at +20 °C. Care should be taken of moderate condensation which may occasionally occur due to variations in temperature.

6.1.2.2 *Atmospheric conditions for outdoor installations*

The relative humidity may temporarily be as high as 100 % at a maximum temperature of +25 °C.

6.1.2.3 *Pollution degree*

The pollution degree (see 2.9.10) refers to the environmental conditions for which the ASSEMBLY is intended.

For switching devices and components inside an enclosure, the pollution degree of the environmental conditions in the enclosure is applicable.

For the purpose of evaluating clearances and creepage distances, the following four degrees of pollution in the micro-environment are established (clearances and creepage distances according to the different pollution degrees are given in tables 14 and 16):

Pollution degree 1:

No pollution or only dry, non-conductive pollution occurs.

Pollution degree 2:

Normally, only non-conductive pollution occurs. Occasionally, however, a temporary conductivity caused by condensation may be expected.

Pollution degree 3:

Conductive pollution occurs, or dry, non-conductive pollution occurs which becomes conductive due to condensation.

Pollution degree 4:

The pollution generates persistent conductivity caused, for instance, by conductive dust or by rain or snow.

Standard pollution degree of industrial applications:

Unless otherwise stated, ASSEMBLIES for industrial applications are generally for use in a pollution degree 3 environment. However, other pollution degrees may be considered to apply, depending upon particular applications or the micro-environment.

NOTE - Le degré de pollution du micro-environnement d'un matériel peut être influencé par l'installation de celui-ci dans une enveloppe.

6.1.3 *Altitude*

L'altitude du lieu de l'installation ne dépasse pas 2 000 m (6 600 pieds).

NOTE - Pour les matériels électroniques destinés à être utilisés à des altitudes au-dessus de 1 000 m, il peut être nécessaire de tenir compte de la diminution de la rigidité et du pouvoir de refroidissement de l'air. Les matériels électroniques destinés à fonctionner dans ces conditions sont, en principe, conçus ou utilisés conformément à un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6.2 *Conditions spéciales d'emploi*

Lorsqu'il existe l'une des conditions spéciales d'emploi suivantes, il faut observer les règles particulières applicables ou prévoir une convention particulière entre l'utilisateur et le constructeur. L'utilisateur doit informer le constructeur s'il existe de telles conditions exceptionnelles d'emploi.

Les conditions spéciales d'emploi sont par exemple:

6.2.1 Valeurs de température, d'humidité relative et/ou d'altitude différentes de celles qui sont spécifiées en 6.1.

6.2.2 Utilisations dans lesquelles les variations de température et/ou de pression de l'air se produisent si rapidement qu'une condensation exceptionnelle est susceptible de se produire à l'intérieur de l'ENSEMBLE.

6.2.3 Pollution importante de l'air par des poussières, fumées, particules corrosives ou radioactives, vapeurs ou sels.

6.2.4 Exposition à des champs électriques ou magnétiques de forte valeur.

6.2.5 Exposition à des températures extrêmes, par exemple aux radiations solaires, aux rayonnements provenant de fours.

6.2.6 Attaque par des champignons ou des petits animaux.

6.2.7 Installation dans des emplacements exposés à l'incendie ou aux explosions.

6.2.8 Exposition à des vibrations et à des chocs importants.

6.2.9 Installation dans des conditions telles que l'aptitude à supporter le courant ou le pouvoir de coupure soient affectés, par exemple matériels incorporés à des machines ou encastrés dans un mur.

6.2.10 Recherche de solutions appropriées sur les perturbations électriques et rayonnées.

6.3 *Conditions pendant le transfert, le stockage et le montage sur place*

6.3.1 Un accord spécial doit être conclu entre l'utilisateur et le constructeur si les conditions pendant le transport, le stockage et le montage sur place, par exemple les conditions de température et d'humidité, diffèrent de celles qui sont définies en 6.1.

NOTE - The pollution degree of the micro-environment for the equipment may be influenced by installation in an enclosure.

6.1.3 *Altitude*

The altitude of the site of installation does not exceed 2 000 m (6 600 ft).

NOTE - For electronic equipment to be used at altitudes above 1 000 m it may be necessary to take into account the reduction of the dielectric strength and of the cooling effect of the air. Electronic equipment intended to operate in these conditions should be designed or used in accordance with an agreement between manufacturer and user.

6.2 *Special service conditions*

Where any of the following special service conditions exist, the applicable particular requirements shall be complied with or special agreements shall be made between user and manufacturer. The user shall inform the manufacturer if such exceptional service conditions exist.

Special service conditions are for example:

6.2.1 Values of temperature, relative humidity and/or altitude differing from those specified in 6.1.

6.2.2 Applications where variations in temperature and/or air pressure take place at such a speed that exceptional condensation is liable to occur inside the ASSEMBLY.

6.2.3 Heavy pollution of the air by dust, smoke, corrosive or radioactive particles, vapours or salt.

6.2.4 Exposure to strong electric or magnetic fields.

6.2.5 Exposure to extreme temperatures, for example radiation from sun or furnaces.

6.2.6 Attack by fungus or small creatures.

6.2.7 Installation in locations where fire or explosion hazards exist.

6.2.8 Exposure to heavy vibration and shocks.

6.2.9 Installation in such a manner that the current-carrying capacity or breaking capacity is affected, for example equipment built into machines or recessed into walls.

6.2.10 Consideration of appropriate remedies against electrical and radiated interferences.

6.3 *Conditions during transport, storage and erection*

6.3.1 A special agreement shall be made between user and manufacturer if the conditions during transport, storage and erection, for example, temperature and humidity conditions, differ from those defined in 6.1.

Sauf spécification contraire, la gamme de températures suivante s'applique: pendant le transport et le stockage entre $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ et pour de courtes périodes, n'excédant pas 24 h, jusqu'à $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Les matériels soumis à ces températures extrêmes hors fonctionnement ne doivent subir aucun dommage irréversible et doivent ensuite fonctionner normalement dans les conditions prévues.

7 Dispositions constructives

7.1 Caractéristiques mécaniques

7.1.1 Généralités

Les ENSEMBLES ne doivent être construits qu'avec des matériaux capables de supporter les contraintes mécaniques, électriques et thermiques aussi bien que les effets de l'humidité qui sont susceptibles d'être rencontrés en service normal.

La protection contre la corrosion doit être assurée par l'utilisation de matériaux convénables ou par l'application de couches de protection équivalentes sur la surface exposée, en tenant compte des conditions prévues de service et d'entretien.

Toutes les enveloppes ou cloisons doivent avoir une résistance mécanique suffisante pour supporter les contraintes auxquelles elles peuvent être soumises en service normal.

Les appareils et les circuits de l'ENSEMBLE doivent être disposés de manière à faciliter leur fonctionnement et leur maintenance et en même temps à assurer le degré nécessaire de sécurité.

Pour les pièces d'un ENSEMBLE qui sont en matériaux isolants, la tenue à la chaleur, au feu et au cheminement (le cas échéant) doit être vérifiée selon 8.2.8. La vérification n'est pas nécessaire pour les pièces qui ont été essayées selon leurs propres spécifications.

7.1.2 Distances d'isolement, lignes de fuite et distances de sectionnement

7.1.2.1 Distances d'isolement et lignes de fuite

Les appareils faisant partie de l'ENSEMBLE doivent avoir des distances conformes à celles qui sont spécifiées dans les prescriptions le concernant et ces distances doivent être maintenues dans les conditions normales d'emploi.

Quand on dispose les appareils à l'intérieur de l'ENSEMBLE, il faut respecter les lignes de fuite, les distances d'isolement ou les tensions de tenue aux chocs, spécifiées pour ces appareils en tenant compte des conditions d'emploi correspondantes.

Pour les conducteurs actifs nus et les raccordements (par exemple jeux de barres, connexions entre appareils, cosses de câbles), les distances d'isolement et les lignes de fuite / la tension de tenue aux chocs doivent au moins répondre aux mêmes règles que celles qui sont spécifiées pour les appareils auxquels ils sont directement associés.

En outre, des conditions anormales telles qu'un court-circuit ne doivent pas réduire d'une manière permanente les distances d'isolement ou la rigidité diélectrique entre les jeux de

Unless otherwise specified, the following temperature range applies during transport and storage: between $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ and, for short periods not exceeding 24 h, up to $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Equipment subjected to these extreme temperatures without being operated, shall not undergo any irreversible damage and shall then operate normally in the specified conditions.

7 Design and construction

7.1 Mechanical design

7.1.1 General

The ASSEMBLIES shall be constructed only of materials capable of withstanding the mechanical, electrical and thermal stresses as well as the effects of humidity which are likely to be encountered in normal service.

Protection against corrosion shall be ensured by the use of suitable materials or by the application of equivalent protective coatings to the exposed surface, taking account of the intended conditions of use and maintenance.

All enclosures or partitions shall be of a mechanical strength sufficient to withstand the stresses to which they may be subjected in normal service.

The apparatus and circuits in the ASSEMBLY shall be so arranged as to facilitate their operation and maintenance and at the same time to ensure the necessary degree of safety.

For parts of an ASSEMBLY which are made of insulating materials, resistance to heat, fire and tracking (if applicable) shall be verified according to 8.2.8. The verification is not needed for parts which are tested according to their own specifications.

7.1.2 Clearances, creepage distances and isolating distances

7.1.2.1 Clearances and creepage distances

Apparatus forming part of the ASSEMBLY shall have distances complying with the requirements of their relevant specifications, and these shall be maintained during normal service conditions.

When arranging apparatus within the ASSEMBLY, the specified creepage distances and clearances or impulse withstand voltages shall be complied with, taking into account the relevant service conditions.

For bare live conductors and terminations (e.g. busbars, connections between apparatus, cable lugs), the creepage distances and the clearances or impulse withstand voltages shall at least comply with those specified for the apparatus with which they are directly associated.

In addition, abnormal conditions such as short-circuit shall not permanently reduce the clearances or dielectric strength between busbars and/or connections other than cables

barres et/ou les connexions autres que les câbles en dessous des valeurs spécifiées pour les appareils auxquels elles sont directement associées. Voir aussi le 8.2.2.

Pour les ENSEMBLES essayés selon 8.2.2.6 de la présente norme, les valeurs minimales sont données aux tableaux 14 et 16, et les tensions d'essai en 7.1.2.3.

7.1.2.2 *Isolation des parties débrochables*

Dans le cas d'unités fonctionnelles montées sur des parties débrochables, l'isolation prévue doit au moins répondre aux prescriptions minimales de la spécification concernant les sectionneurs*, avec le matériel à l'état neuf en tenant compte des tolérances de fabrication et du jeu dû à l'usure.

7.1.2.3 *Propriétés diélectriques*

Lorsque pour un circuit ou des circuits d'un ENSEMBLE, une tension assignée de tenue aux chocs est annoncée par le constructeur, les prescriptions 7.1.2.3.1 et 7.1.2.3.7 s'appliquent, et le circuit doit (les circuits doivent) satisfaire aux essais diélectriques et aux vérifications spécifiées en 8.2.2.6 et 8.2.2.7.

Dans les autres cas, les circuits d'un ENSEMBLE doivent satisfaire aux essais diélectriques spécifiés en 8.2.2.2, 8.2.2.3, 8.2.2.4 et 8.2.2.5.

NOTE - Il convient cependant de noter que, dans ce cas, les spécifications concernant la coordination de l'isolement ne peuvent pas être vérifiées.

Le concept de coordination de l'isolement reposant sur une caractéristique de tension de choc est préférable.

7.1.2.3.1 *Généralités*

Les dispositions ci-après reposent sur les principes exposés dans la CEI 664-1 et donnent la possibilité de coordonner l'isolement d'un matériel avec les conditions rencontrées dans l'installation.

Le(s) circuit(s) d'un ENSEMBLE doit(doivent) pouvoir supporter la tension assignée de tenue aux chocs (voir 4.1.3) correspondant à la catégorie de surtension figurant en annexe G ou, le cas échéant, les tensions alternatives ou continues correspondantes données au tableau 13. La tension de tenue entre les distances d'isolement des matériels aptes au sectionnement ou de parties débrochables est donnée au tableau 15.

NOTE - La corrélation entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du(des) circuit(s) d'un ENSEMBLE est donnée en annexe G.

La tension assignée de tenue aux chocs pour une valeur donnée de la tension assignée d'emploi ne doit pas être inférieure à celle qui correspond dans l'annexe G à la tension nominale du réseau d'alimentation du circuit à l'endroit où l'ENSEMBLE est destiné à être utilisé, et à la catégorie de surtension appropriée.

* Voir la CEI 947-3.

below the values specified for the apparatus with which they are directly associated. See also 8.2.2.

For ASSEMBLIES tested according to 8.2.2.6 of this standard, minimum values are given in tables 14 and 16 and test voltages in 7.1.2.3.

7.1.2.2 *Isolation of withdrawable parts*

In the case of functional units being mounted on withdrawable parts, the isolation provided shall at least comply with the requirements in the relevant specification for disconnectors* with the equipment in new condition, taking account of the manufacturing tolerances and changes in dimensions due to wear.

7.1.2.3 *Dielectric properties*

When for a circuit or circuits of an ASSEMBLY a rated impulse withstand voltage is declared by the manufacturer, the requirements of 7.1.2.3.1 to 7.1.2.3.7 apply and the circuit(s) shall satisfy the dielectric tests and verifications specified in 8.2.2.6 and 8.2.2.7.

In the other cases, the circuits of an ASSEMBLY shall satisfy the dielectric test specified in 8.2.2.2, 8.2.2.3, 8.2.2.4 and 8.2.2.5.

NOTE - It should be kept in mind, however, that in this case the requirements of insulation co-ordination cannot be verified.

The concept of insulation co-ordination based on an impulse voltage rating is preferred.

7.1.2.3.1 *General*

The following requirements are based on the principles of IEC 664-1 and provide the possibility of co-ordination of insulation of equipment with the conditions within the installation.

The circuit(s) of an ASSEMBLY shall be capable of withstanding the rated impulse withstand voltage (see 4.1.3) in accordance with the overvoltage category given in annex G or, where applicable, the corresponding a.c. or d.c. voltage given in table 13. The withstand voltage across the isolation distances of devices suitable for isolation or of withdrawable parts is given in table 15.

NOTE - The correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of the circuit(s) of an ASSEMBLY is given in annex G.

The rated impulse withstand voltage for a given rated operational voltage shall not be less than that corresponding in annex G to the nominal voltage of the supply system of the circuit at the point where the ASSEMBLY is to be used, and the appropriate overvoltage category.

* See IEC 947-3.

7.1.2.3.2 Tension de tenue aux chocs du circuit principal

- a) Les distances d'isolement entre les parties actives et les parties destinées à être reliées à la terre, ainsi que les distances entre les pôles doivent supporter la tension d'essai donnée au tableau 13 en fonction de la tension assignée de tenue aux chocs.
- b) Pour les parties débrochables en position des sectionnement, les distances d'isolement entre les contacts ouverts doivent tenir la tension d'essai donnée au tableau 15 correspondant à la tension de tenue aux chocs.
- c) L'isolation solide des ENSEMBLES associée aux distances d'isolement a) et/ou b) doit supporter les tensions spécifiées en a) et/ou b), suivant les cas.

7.1.2.3.3 Tensions de tenue aux chocs des circuits auxiliaires et des circuits de commande

- a) Les circuits auxiliaires et les circuits de commande qui sont directement alimentés à partir du circuit principal à la tension assignée d'emploi sans aucun dispositif de réduction des surtensions, doit répondre aux dispositions des points a) et c) de 7.1.2.3.2.
- b) Les circuits auxiliaires et les circuits de commande qui ne sont pas alimentés à partir du circuit principal peuvent avoir une tenue aux surtensions différente de celle du circuit principal. Les distances d'isolement et d'isolation solide associée de ces circuits, alternatifs ou continus, doivent supporter la tension appropriée, conformément à l'annexe G.

7.1.2.3.4 Distances d'isolement

Les distances d'isolement doivent avoir une valeur suffisante pour permettre aux circuits de supporter la tension d'essai conformément à 7.1.2.3.2 et 7.1.2.3.3.

Les distances d'isolement doivent avoir une valeur supérieure à celle du tableau 14, cas B - champ homogène.

Aucun essai n'est exigé si les distances d'isolement correspondant à la tension assignée de tenue aux chocs et au degré de pollution sont supérieures aux valeurs figurant au tableau 14 pour le cas A - champ non homogène.

La méthode de mesure des distances d'isolement est donnée en annexe F.

7.1.2.3.5 Lignes de fuite

a) Dimensions

Pour les degrés de pollution 1 et 2, les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures aux distances d'isolement associées, déterminées conformément à 7.1.2.3.4. Pour les degrés de pollution 3 et 4, les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures aux distances d'isolement du cas A pour réduire les risques de décharge disruptive occasionnée par des surtensions, même si ces distances d'isolement sont inférieures aux valeurs du cas A, comme le permet 7.1.2.3.4.

La méthode de mesure des lignes de fuite est donnée en annexe F.

Les lignes de fuite doivent correspondre au degré de pollution dans les conditions spécifiées en 6.1.3.2 et au groupe de matériau correspondant à la tension assignée d'isolement ou à la tension locale figurant au tableau 16.

7.1.2.3.2 *Impulse withstand voltage of the main circuit*

- a) Clearances from live parts to parts intended to be earthed and between poles shall withstand the test voltage given in table 13 appropriate to the rated impulse withstand voltage.
- b) Clearances across the open contacts for withdrawable parts in the isolated position shall withstand the test voltage given in table 15 appropriate to the rated impulse withstand voltage.
- c) Solid insulation of ASSEMBLIES associated with clearances a) and/or b) shall withstand the impulse voltages specified in a) and/or b), as applicable.

7.1.2.3.3 *Impulse withstand voltages of auxiliary and control circuits*

- a) Auxiliary and control circuits which operate directly from the main circuit at the rated operational voltage without any means for reduction of overvoltage shall comply with the requirements of items a) and c) of 7.1.2.3.2
- b) Auxiliary and control circuits which do not operate directly from the main circuit may have an overvoltage withstand capacity different from that of the main circuit. Clearances and associated solid insulation of such circuits - a.c. or d.c. - shall withstand the appropriate voltage in accordance with annex G

7.1.2.3.4 *Clearances*

Clearances shall be sufficient to enable the circuits to withstand the test voltage, according to 7.1.2.3.2 and 7.1.2.3.3.

Clearances shall be higher than the values given in table 14, for case B - Homogeneous field.

A test is not required if the clearances, related to the rated impulse withstand voltage and pollution degree, are higher than the values given in table 14 for case A - Inhomogeneous field.

The method of measuring creepage distances is given in annex F.

7.1.2.3.5 *Creepage distances*

a) *Dimensioning*

For pollution degrees 1 and 2, creepage distances shall not be smaller than the associated clearances selected according to 7.1.2.3.4. For pollution degrees 3 and 4 the creepage distances shall not be less than the case A clearances to reduce the risk of disruptive discharge due to overvoltages, even if the clearances are smaller than the values for case A as permitted in 7.1.2.3.4.

The method of measuring creepage distances is given in annex F.

Creepage distances shall correspond to a pollution degree as specified in 6.1.2.3 and to the corresponding material group at the rated insulation (or working) voltage given in table 16.

Les groupes de matériau sont classés comme suit, suivant le domaine de valeurs de l'indice de résistance au cheminement (IRC) (voir 2.11.18):

- Groupe de matériau I $600 \leq \text{IRC}$
- Groupe de matériau II $400 \leq \text{IRC} < 600$
- Groupe de matériau IIIa $175 \leq \text{IRC} < 400$
- Groupe de matériau IIIb $100 \leq \text{IRC} < 175$

NOTES

1 Les valeurs de l'IRC se réfèrent aux valeurs obtenues suivant la méthode A de la CEI 112, pour le matériau isolant utilisé.

2 Pour les matériaux isolants en matière non organique, par exemple le verre ou la céramique, qui ne cheminent pas, il n'est pas nécessaire que les lignes de fuite soient plus grandes que leur distance d'isolement associée; il convient toutefois de tenir compte du risque d'amorçage.

b) *Emploi de nervures*

Une ligne de fuite peut être réduite à 0,8 fois la valeur appropriée du tableau 16 en utilisant des nervures de 2 mm de hauteur minimale, quel que soit le nombre de nervures. La largeur minimale de la base de la nervure est déterminée par des conditions mécaniques (voir annexe F, article F.2).

c) *Applications spéciales*

Les circuits prévus pour certaines applications où les graves conséquences d'un défaut d'isolement sont à considérer doivent avoir un ou plusieurs de facteurs d'influence du tableau 16 (distances, matériaux isolants, pollution au micro-environnement) déterminés de manière à obtenir une tension d'isolement plus élevée que la tension assignée d'isolement indiquée conformément au tableau 16.

7.1.2.3.6 *Isolation solide*

Les règles de dimensionnement pour l'utilisation solide sont à l'étude.

7.1.2.3.7 *Espacements entre circuits distincts*

Pour fixer les dimensions des distances d'isolement, des lignes de fuite et de l'isolation solide entre des circuits distincts, il faut utiliser les tensions les plus élevées (tension assignée de tenue aux chocs pour les distances d'isolement et l'isolation solide associée, et tension assignée d'isolement pour les lignes de fuite).

7.1.3 *Bornes pour conducteurs extérieurs*

7.1.3.1 Le constructeur doit indiquer si les bornes conviennent pour les conducteurs en cuivre ou en aluminium, ou pour les deux. Les bornes doivent être telles que les conducteurs extérieurs puissent être raccordés par un moyen (vis, connecteurs, etc.) assurant que la pression de contact nécessaire, correspondant à la valeur assignée du courant et à la résistance aux courts-circuits de l'appareil et du circuit, soit maintenue en permanence.

7.1.3.2 En l'absence d'accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur, les bornes doivent être susceptibles de recevoir les conducteurs et les câbles de cuivre, des sections les plus petites jusqu'aux plus grandes correspondant aux courants assignés appropriés (voir annexe A).

Material groups are classified as follows, according to the range of values of the comparative tracking index (CTI) (see 2.9.18):

- Material group I $600 \leq \text{CTI}$
- Material group II $400 \leq \text{CTI} < 600$
- Material group IIIa $175 \leq \text{CTI} < 400$
- Material group IIIb $100 \leq \text{CTI} < 175$

NOTES

1 The CTI values refer to the values obtained in accordance with IEC 112, method A, for the insulating material used.

2 For inorganic insulating materials, for example glass or ceramics, which do not track, creepage distances need not be greater than their associated clearances. However, the risk of disruptive discharge should be considered.

b) *Use of ribs*

A creepage distance can be reduced to 0,8 of the value of table 16 by using ribs of minimum height of 2 mm, irrespective of the number of ribs. The minimum base of the rib is determined by mechanical requirements (see annex F, clause F.2).

c) *Special applications*

Circuits intended for certain applications where severe consequences of an insulation fault have to be taken into account shall have one or more of the influencing factors of table 16 (distances, insulating materials, pollution in the micro-environment) utilized in such a way as to achieve a higher insulation voltage than the rated insulation voltage given to the circuits according to table 16.

7.1.2.3.6 *Solid insulation*

Dimensioning rules for solid insulation are under consideration.

7.1.2.3.7 *Spacings between separate circuits*

For dimensioning clearances, creepage distances and solid insulation between separate circuits, the highest voltage ratings shall be used (rated impulse withstand voltage for clearances and associated solid insulation and rated insulation voltage for creepage distances).

7.1.3 *Terminals for external conductors*

7.1.3.1 The manufacturer shall indicate if the terminals are suitable for connection of copper or aluminium conductors or both. The terminals shall be such that the external conductors may be connected by a means (screws, connectors, etc.) which ensures that the necessary contact pressure corresponding to the current rating and the short-circuit strength of the apparatus and the circuit is maintained.

7.1.3.2 In the absence of a special agreement between manufacturer and user, terminals shall be capable of accommodating conductors and cables of copper from the smallest to the largest cross-sectional areas corresponding to the appropriate rated current (see annex A).

Lorsqu'on utilise des conducteurs en aluminium, les bornes prévues pour les conducteurs des dimensions maximales figurant à la colonne c du tableau A.1 de l'annexe A conviennent habituellement. Dans les circonstances où l'emploi d'un conducteur en aluminium de la taille maximale empêche d'utiliser la totalité du courant assigné au circuit, les moyens de raccordement pour un conducteur en aluminium de la taille immédiatement supérieure devront faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Dans le cas où des conducteurs extérieurs destinés aux circuits électroniques à bas niveau de courants et de tensions (moins de 1 A et moins de 50 V alternatif ou 120 V continu) doivent être raccordés à un ENSEMBLE, le tableau A.1 de l'annexe A ne s'applique pas (voir la note 2 du tableau A.1).

7.1.3.3 L'espace disponible pour le branchement doit permettre le raccordement correct des conducteurs extérieurs du matériau indiqué et l'épanouissement de câbles à âmes multiples.

Les conducteurs ne doivent pas être soumis à des contraintes qui réduisent leur durée de vie normale.

7.1.3.4 Sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur, dans le cas de circuits triphasés avec neutre, les bornes de raccordement du conducteur neutre doivent permettre le raccordement de conducteurs en cuivre ayant un courant admissible:

- égal à la moitié du courant admissible du conducteur de phase, avec un minimum de 10 mm², si la dimension du conducteur de phase dépasse 10 mm²;
- égal au courant admissible total du conducteur de phase, si la dimension de ce dernier est égale ou inférieure à 10 mm².

NOTES

- 1 Pour les conducteurs autres que les conducteurs en cuivre, il convient que les sections mentionnées ci-dessus soient remplacées par des sections d'une conductivité équivalente, ce qui peut exiger des bornes plus grandes.
- 2 Pour certaines applications dans lesquelles le courant dans le conducteur neutre peut prendre des valeurs élevées, par exemple des installations importantes d'éclairage fluorescent, un conducteur neutre ayant le même courant admissible que les conducteurs de phase peut être nécessaire, selon accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur.

7.1.3.5 Si des possibilités de raccordement des conducteurs neutres, de protection et PEN d'entrée et de sortie sont prévues, elles doivent être placées dans le voisinage des bornes des conducteurs de phase associés.

7.1.3.6 Les ouvertures dans les entrées de câbles, les plaques de fermeture, etc., doivent être conçues de telle sorte que, quand les câbles sont installés convenablement, les mesures de protection définies contre les contacts et le degré de protection soient obtenues. Cela implique le choix de dispositifs d'entrée de câbles adaptés à l'utilisation prévue par le constructeur.

7.1.3.7 *Identification des bornes de raccordement*

L'identification des bornes de raccordement doit être conforme à la CEI 445.

Where aluminium conductors are used, terminals which cater for the maximum sizes of conductors given in column c of table A.1 of annex A are usually dimensionally adequate. In those instances where the use of this maximum size of aluminium conductor prevents the full utilization of the rated current of the circuit, it will be necessary, subject to agreement between manufacturer and user, to provide means of connection for an aluminium conductor of the next larger size.

In the case where external conductors for electronic circuits with low level currents and voltages (less than 1 A and less than 50 V a.c. or 120 V d.c.) have to be connected to an ASSEMBLY, table A.1 of annex A does not apply (see note 2 of table A.1).

7.1.3.3 The available wiring space shall permit proper connection of the external conductors of the indicated material and, in the case of multicore cables spreading of the cores.

The conductors must not be subjected to stresses which reduce their normal life.

7.1.3.4 Unless otherwise agreed between manufacturer and user, on three-phase and neutral circuits, terminals for the neutral conductor shall allow the connection of copper conductors having a current-carrying capacity:

- equal to half the current-carrying capacity of the phase conductor, with a minimum of 10 mm², if the size of the phase conductor exceeds 10 mm²;
- equal to the full current-carrying capacity of the phase conductor if the size of the latter is less than or equal to 10 mm².

NOTES

1 For conductors other than copper conductors, the above cross-sections should be replaced by cross-sections of equivalent conductivity, which may require larger terminals.

2 For certain applications in which the current in the neutral conductor may reach high values, for example large fluorescent lighting installations, a neutral conductor having the same current-carrying capacity as the phase conductors may be necessary, subject to special agreement between manufacturer and user.

7.1.3.5 If connecting facilities for incoming and outgoing neutral, protective and PEN conductors are provided, they shall be arranged in the vicinity of the associated phase conductor terminals.

7.1.3.6 Openings in cable entries, cover plates, etc., shall be so designed that when the cables are properly installed, the stated protective measures against contact and degree of protection shall be obtained. This implies the selection of means of entry suitable for the application as stated by the manufacturer.

7.1.3.7 Identification of terminals

Identification of terminals shall comply with IEC 445.

7.2 Enveloppe et degré de protection

7.2.1 Degré de protection

7.2.1.1 Le degré de protection fourni par un ENSEMBLE contre les contacts avec les parties actives, la pénétration de corps étrangers solides et liquides est indiqué par la désignation IP.... conformément à la CEI 529.

Pour des ENSEMBLES destinés à être utilisés à l'intérieur et pour lesquels aucune protection contre la pénétration d'eau n'est requise, les références IP suivantes sont recommandées:

IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X.

Lorsqu'un degré de protection contre la pénétration d'eau est prescrit, les numéros IP recommandés figurent dans le tableau suivant:

Tableau 2 - Liste des numéros IP préférentiels

Premier chiffre caractéristique Protection contre les contacts et protection contre la pénétration de corps étrangers solides	Second chiffre caractéristique Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau				
	1	2	3	4	5
2	IP21				
3	IP31	IP32			
4		IP42	IP43		
5			IP53	IP54	IP55
6				IP64	IP65

7.2.1.2 Le degré de protection d'un ensemble sous enveloppe doit être au moins égal à IP2X après installation conformément aux instructions du fabricant.

7.2.1.3 Dans le cas des ENSEMBLES pour emploi à l'extérieur n'ayant pas de protection supplémentaire, le second chiffre caractéristique doit être au moins égal à 3.

NOTE - Pour l'installation à l'extérieur, la protection supplémentaire peut être un toit ou une protection analogue.

7.2.1.4 Sauf spécification contraire, le degré de protection indiqué par le constructeur s'applique à l'ENSEMBLE complet lorsqu'il est installé conformément aux instructions du constructeur (voir aussi 7.1.3.6), par exemple avec obturation de la surface de montage laissée ouverte d'un ENSEMBLE, si nécessaire.

7.2 Enclosure and degree of protection

7.2.1 Degree of protection

7.2.1.1 The degree of protection provided by any ASSEMBLY against contact with live parts, ingress of solid foreign bodies and liquid is indicated by the designation IP... according to IEC 529.

For ASSEMBLIES for indoor use where there is no requirement for protection against ingress of water, the following IP references are preferred:

IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X.

Where some degree of protection against ingress of water is required, the following table gives the preferred IP numbers.

Table 2 - List of preferred IP numbers

First characteristic numeral Protection against contact and protection against ingress of solid foreign bodies	Second characteristic numeral Protection against harmful ingress of water				
	1	2	3	4	5
2	IP21				
3	IP31	IP32			
4		IP42	IP43		
5			IP53	IP54	IP55
6				IP64	IP65

7.2.1.2 The degree of protection of an enclosed assembly shall be at least IP2X, after installation in accordance with the manufacturer's instructions.

7.2.1.3 For ASSEMBLIES for outdoor use having no supplementary protection, the second characteristic numeral shall be at least 3.

NOTE - For outdoor installation, supplementary protection may be protective roofing or the like.

7.2.1.4 Unless otherwise specified, the degree of protection indicated by the manufacturer applies to the complete ASSEMBLY when installed in accordance with the manufacturer's instructions (see also 7.1.3.6), for example sealing of the open mounting surface of an ASSEMBLY, if necessary.

7.2.1.5 Si le degré de protection d'une partie de l'ENSEMBLE - par exemple de la face de service - diffère de celui de la partie principale, le constructeur doit indiquer séparément le degré de protection de cette partie. Exemple: IP00 - face de service IP20.

7.2.1.6 Pour les EDS, on ne peut pas donner de codes IP sauf si des vérifications appropriées peuvent être effectuées conformément à la CEI 529 ou si l'on utilise des enveloppes préfabriquées essayées au préalable.

7.2.2 Mesures à prendre pour tenir compte de l'humidité atmosphérique

Dans le cas d'ENSEMBLES pour installation à l'extérieur et dans le cas d'un ENSEMBLE sous enveloppe pour installation à l'intérieur en des lieux où règnent une humidité élevée et des températures variant dans de grandes limites, des dispositions convenables (ventilation et/ou chauffage intérieur, trous de vidange, etc.) doivent être prises pour empêcher une condensation nuisible à l'intérieur de l'ENSEMBLE. Cependant, le degré de protection spécifié doit être maintenu en même temps (pour les appareils incorporés, voir 7.6.2.4).

7.3 Echauffement

Les limites d'échauffement données dans le tableau 3 suivant ne doivent pas être dépassées pour les ENSEMBLES quand ils sont vérifiés conformément à 8.2.1.

NOTE - L'échauffement d'un élément ou d'une pièce est la différence entre la température de cet élément ou de cette pièce, mesurée conformément à 8.2.1.3, et la température de l'air ambiant à l'extérieur de l'ENSEMBLE.

7.2.1.5 If the degree of protection of part of the ASSEMBLY, for example, on the operating face differs from that of the main portion, the manufacturer shall indicate the degree of protection of that part separately. Example: IP00, operating face IP20.

7.2.1.6 For PTTA, no IP codes can be given unless the appropriate verifications can be made according to IEC 529 or tested prefabricated enclosures are used.

7.2.2 Measures to take account of atmospheric humidity

In the case of an ASSEMBLY for outdoor installation and in the case of an enclosed ASSEMBLY for indoor installation intended for use in locations with high humidity and temperatures varying within wide limits, suitable arrangements (ventilation and/or internal heating, drain holes, etc.) shall be made to prevent harmful condensation within the ASSEMBLY. However, the specified degree of protection shall at the same time be maintained (for built-in apparatus, see 7.6.2.4).

7.3 Temperature rise

The temperature rise limits given in table 3 shall not be exceeded for ASSEMBLIES when verified in accordance with 8.2.1.

NOTE - The temperature rise of an element or part is the difference between the temperature of this element or part measured in accordance with 8.2.1.5 and the ambient air temperature outside the ASSEMBLY.

Tableau 3 - Limites d'échauffement

Parties de l'ENSEMBLE	Echauffement (K)
Constituants incorporés ¹⁾	Conforme aux prescriptions correspondantes pour les constituants eux-mêmes ou, à défaut, aux instructions du constructeur, en tenant compte de la température à l'intérieur de l'ENSEMBLE
Bornes pour conducteurs extérieurs	70 ²⁾
Jeux de barres et conducteurs, contacts embrochables des parties amovibles ou débrochables se raccordant aux jeux de barres	Limité par: - la résistance mécanique du matériau conducteur; - l'influence éventuelle du matériau voisin; - la limite de température admissible des matériaux isolants en contact avec le conducteur; - l'influence de la température du conducteur sur les appareils qui lui sont raccordés; - pour les contacts embrochables, nature et traitement de la surface du matériau du contact.
Organes manuels de commande: - en métal - en matériau isolant	15 ³⁾ 25 ³⁾
Enveloppes et panneaux extérieurs accessibles: - surfaces métalliques - surfaces isolantes	30 ⁴⁾ 40 ⁴⁾
Dispositions particulières de raccordements du type à prise et à fiche	Déterminé par la limite de température des éléments des matériels dont ils font partie ⁵⁾
¹⁾ Le terme «constituants incorporés» signifie: - l'appareillage conventionnel - les sous-ensembles électroniques (par exemple pont redresseur, circuit imprimé); - les parties de l'équipement (par exemple régulateur, alimentation de puissance stabilisée, amplificateur opérationnel) ²⁾ La limite d'échauffement de 70 K est une valeur basée sur l'essai conventionnel du 8.2.1. Un ENSEMBLE utilisé ou essayé dans les conditions d'installation peut avoir des raccordements dont le type, la nature et la disposition ne seront pas les mêmes que ceux adoptés pour l'essai et un échauffement différent des bornes peut en résulter et être demandé ou accepté. ³⁾ Pour les organes manuels de commande à l'intérieur des ENSEMBLES qui ne sont accessibles qu'après ouverture de l'ENSEMBLE, par exemple poignées de secours, poignées de débrochage qui ne sont pas utilisées fréquemment, on peut admettre des échauffements plus élevés. ⁴⁾ Sauf spécification contraire, dans le cas de panneaux et d'enveloppes qui sont accessibles mais qui n'ont pas besoin d'être touchés en service normal, il est permis d'augmenter les limites d'échauffement de 10 K. ⁵⁾ Cela permet un certain degré de souplesse vis-à-vis du matériel (par exemple dispositifs électroniques) ayant des limites d'échauffement différentes de celles qui sont normalement attribuées à l'appareillage.	

Table 3 - Temperature rise limits

Parts of ASSEMBLIES	Temperature rise (K)
Built-in components ¹⁾	In accordance with the relevant requirements for the individual components, if any, or, in accordance with the manufacturer's instructions, taking into consideration the temperature in the ASSEMBLY
Terminals for external insulated conductors	70 ²⁾
Busbars and conductors, plug-in contacts of removeable or withdrawable parts which connect to busbars	Limited by: - mechanical strength of conducting material; - possible effect on adjacent equipment; - permissible temperature limit of the insulating materials in contact with the conductor; - the effect of the temperature of the conductor on the apparatus connected to it; - for plug-in contacts, nature and surface treatment of the contact material
Manual operating means: - of metal - of insulating material	15 ³⁾ 25 ³⁾
Accessible external enclosures and covers: - metal surfaces - insulating surfaces	30 ⁴⁾ 40 ⁴⁾
Discrete arrangements of plug and socket-type connection	Determined by the limit for those components of the related equipment of which they form part ⁵⁾
1) The term "built-in components" means: - conventional switchgear and controlgear; - electronic sub-assemblies (e.g. rectifier bridge, printed circuit); - parts of the equipment (e.g. regulator, stabilized power supply unit, operational amplifier). 2) The temperature rise limit of 70 K is a value based on the conventional test of 8.2.1. An ASSEMBLY used or tested under installation conditions may have connections, the type, nature and disposition of which will not be the same as those adopted for the test, and a different temperature rise of terminals may result and may be required or accepted. 3) Manual operating means within ASSEMBLIES which are only accessible after the ASSEMBLY has been opened, for example emergency handles, draw-out handles, which are operated infrequently, are allowed to assume higher temperature rises. 4) Unless otherwise specified in the case of covers and enclosures which are accessible but need not be touched during normal operation, an increase in the temperature-rise limits by 10 K is permissible. 5) This allows a degree of flexibility in respect of equipment (e.g. electronic devices) which is subject to temperature-rise limits different from those normally associated with switchgear and controlgear.	

7.4 *Protection contre les chocs électriques*

Les prescriptions suivantes sont destinées à assurer que les mesures de protection requises soient maintenues après insertion d'un ENSEMBLE dans une installation conforme à sa spécification.

Les mesures de protection généralement acceptées se trouvent dans la CEI 364-4-41.

Les mesures de protection particulièrement importantes pour un ENSEMBLE sont reproduites ci-après en détail et tiennent compte des besoins spécifiques aux ENSEMBLES.

7.4.1 *Protection contre les contacts directs et indirects*

7.4.1.1 *Protection par très basse tension de sécurité*

(Voir l'article 411.1 de la CEI 364-4-41.)

7.4.2 *Protection contre les contacts directs (voir 2.6.8)*

La protection contre les contacts directs peut être obtenue, soit par la construction même de l'ENSEMBLE, soit par des dispositions complémentaires à prendre lors de son installation; cela peut exiger que le constructeur fournisse des indications.

Un exemple de mesures complémentaires à prendre est l'installation d'un ENSEMBLE ouvert dans un emplacement dont l'accès est seulement réservé au personnel autorisé.

Une ou plusieurs des mesures de protection définies ci-dessous peuvent être choisies, en tenant compte des prescriptions spécifiées aux paragraphes suivants. Le choix des mesures de protection doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

NOTE - Les renseignements donnés dans les catalogues du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

7.4.2.1 *Protection par isolation des parties actives*

Les parties actives doivent être complètement recouvertes d'une isolation qui ne puisse être enlevée que par destruction.

Cette isolation doit être faite à l'aide de matériaux isolants convenables capables de résister durablement aux contraintes mécaniques, électriques et thermiques auxquelles elle peut être soumise en service.

NOTE - Exemples: câbles, composants électriques enrobés dans l'isolant.

Les peintures, vernis, laques et produits analogues ne sont, en général, pas considérés comme assurant une isolation suffisante pour la protection contre les contacts directs.

7.4.2.2 *Protection au moyen d'écrans ou d'enveloppes*

Les prescriptions suivantes doivent être respectées:

7.4 Protection against electric shock

The following requirements are intended to ensure that the required protective measures are obtained when an ASSEMBLY is installed in a system conforming to the relevant specification.

For generally accepted protective measures refer to IEC 364-4-41.

Those protective measures which are of particular importance for an ASSEMBLY are reproduced in detail below, taking into account the specific needs of ASSEMBLIES.

7.4.1 Protection against both direct and indirect contact

7.4.1.1 Protection by safety extra-low voltage

(See clause 411.1 of IEC 364-4-41.)

7.4.2 Protection against direct contact (see 2.6.8).

Protection against direct contact can be obtained either by appropriate constructional measures on the ASSEMBLY itself or by additional measures to be taken during installation; this may require information given by the manufacturer.

An example of additional measures to be taken is the installation of an open-type ASSEMBLY without further provisions in a location where access is only permitted for authorized personnel.

One or more of the protective measures defined below may be selected, taking into account the requirements laid down in the following sub-clauses. The choice of the protective measure shall be subject to an agreement between manufacturer and user.

NOTE - Information given in the manufacturer's catalogues may take the place of such an agreement.

7.4.2.1 Protection by insulation of live parts

Live parts shall be completely covered with insulation which can only be removed by destruction.

This insulation shall be made of suitable materials capable of durably withstanding the mechanical, electrical and thermal stresses to which it may be subjected in service.

NOTE - Examples are electrical components embedded in insulation, cables.

Paints, varnishes, lacquers and similar products alone are generally not considered to provide an adequate insulation for protection against electric shock in normal service.

7.4.2.2 Protection by barriers or enclosures

The following requirements shall be complied with:

7.4.2.2.1 Toutes les surfaces extérieures doivent présenter un degré de protection contre les contacts directs au moins égal à IP2X ou IPXXB. La distance entre les dispositifs mécaniques prévus pour la protection des parties actives qu'ils protègent ne doit pas être inférieure aux valeurs spécifiées pour les distances d'isolement et les lignes de fuite en 7.1.2, à moins que ces dispositifs mécaniques ne soient en matériau isolant.

7.4.2.2.2 Tous les écrans et enveloppes doivent être fixés de façon sûre. Compte tenu de leur nature, de leurs dimensions et de leur disposition, ils doivent être d'une robustesse et d'une durabilité suffisantes pour résister aux efforts et contraintes susceptibles de se présenter en service normal, sans réduire les distances d'isolement conformément au 7.4.2.2.1.

7.4.2.2.3 Lorsqu'il est nécessaire de retirer les écrans, d'ouvrir des enveloppes ou d'enlever des parties d'enveloppe (portes, boîtiers, couvercles, etc.), une des conditions suivantes doit être remplie:

- a) Le retrait, l'ouverture ou l'enlèvement doit nécessiter l'emploi d'une clef ou d'un outil.
- b) Toutes les parties actives qui peuvent être touchées inopinément après l'ouverture de la porte doivent être sectionnées avant que la porte puisse être ouverte.

Exemple: En verrouillant la ou les portes avec un sectionneur de telle sorte qu'elles ne puissent être ouvertes que si le sectionneur est ouvert et qu'il ne soit pas possible de fermer le sectionneur si la porte est ouverte sauf par déblocage du verrouillage ou à l'aide d'un outil.

Si, pour des raisons de service, l'ENSEMBLE est équipé d'un dispositif permettant à des personnes autorisées d'accéder à des parties actives pendant que l'équipement est sous tension, le verrouillage doit être rétabli automatiquement lors de la refermeture de la ou des portes.

- c) l'ENSEMBLE doit comporter un obstacle intérieur ou un volet protégeant toutes les parties actives de telle sorte qu'elles ne puissent pas être touchées inopinément quand la porte est ouverte. Cet obstacle ou ce volet doit remplir les conditions des 7.4.2.2.1 (pour les exceptions, voir le point d)) et 7.4.2.2.2. Il doit, soit être fixé à demeure, soit se mettre de lui-même en place au moment où la porte est ouverte. Il ne doit pas être possible d'enlever cet obstacle ou ce volet sauf à l'aide d'une clef ou d'un outil.

Il peut être nécessaire de prévoir des étiquettes d'avertissement.

- d) Lorsque des parties installées derrière un écran ou une enveloppe doivent être tenues à la main occasionnellement pour certaines opérations (telles que le remplacement d'une lampe ou d'un élément de remplacement d'un coupe-circuit à fusibles), l'enlèvement, l'ouverture ou le déblocage sans l'aide d'une clef ou d'un outil ou sans mise hors tension préalable ne doit être possible que si les conditions suivantes sont remplies:

- Un obstacle doit être prévu à l'intérieur de l'écran ou de l'enveloppe afin d'empêcher les personnes de toucher inopinément des parties actives qui ne sont pas protégées par une autre mesure de protection. Il n'est cependant pas exigé que cet obstacle empêche un contact qui pourrait résulter d'une tentative de contournement intentionnel de l'écran par la main. L'obstacle ne doit pouvoir être enlevé qu'à l'aide d'une clef ou d'un outil.
- Les parties actives dont la tension répond aux conditions de la très basse tension de sécurité n'ont pas besoin d'être protégées.

7.4.2.2.1 All external surfaces shall conform to a degree of protection against direct contact of at least IP2X or IPXXB. The distance between the mechanical means provided for protection and the live parts they protect shall not be less than the values specified for the clearances and creepage distances in 7.1.2, unless the mechanical means are of insulating material.

7.4.2.2.2 All barriers and enclosures shall be firmly secured in place. Taking into account their nature, size and arrangement, they shall have sufficient stability and durability to resist the strains and stresses likely to occur in normal service without reducing the clearances according to 7.4.2.2.1.

7.4.2.2.3 Where it is necessary to make provision for the removal of barriers, opening of enclosures, or withdrawal of parts of enclosures (doors, casings, lids, covers, and the like), this shall be in accordance with one of the following requirements:

- a) Removal, opening or withdrawal shall necessitate the use of a key or tool.
- b) All live parts which can unintentionally be touched after the door has been opened shall be disconnected before the door can be opened.

Example: By interlocking the door or doors with a disconnecter so that they can only be opened when the disconnecter is open and it shall not be possible to close the disconnecter while the door is open, except by overriding the interlock or using a tool.

If, for reasons of operation, the ASSEMBLY is fitted with a device permitting authorized persons to obtain access to live parts while the equipment is live, the interlock shall automatically be restored on reclosing the door or doors.

- c) The ASSEMBLY shall include an internal obstacle or shutter shielding all live parts in such a manner that they cannot unintentionally be touched when the door is open. This obstacle or shutter shall meet the requirements of 7.4.2.2.1 (for exceptions, see Item d) and 7.4.2.2.2. It shall either be fixed in place or shall slide into place the moment the door is opened. It shall not be possible to remove this obstacle or shutter except by the use of a key or tool.

It may be necessary to provide warning labels.

- d) Where any parts behind a barrier or enclosure need occasional handling (such as replacement of a lamp or of a fuse-link), the removal, opening or withdrawal without the use of a key or tool and without switching off shall be possible only if the following conditions are fulfilled:

- An obstacle shall be provided inside the barrier or enclosure so as to prevent persons from coming unintentionally into contact with live parts not protected by another protective measure. However, this obstacle need not prevent persons from coming intentionally into contact by by-passing this obstacle with the hand. It shall not be possible to remove the obstacle except through the use of a key or tool.
- Live parts, the voltage of which fulfils the conditions for the safety extra-low voltage, need not be covered.

7.4.2.3 Protection au moyen d'obstacles

Cette mesure s'applique aux ENSEMBLES ouverts, voir l'article 412.3 de la CEI 364-4-41.

7.4.3 Protection contre les contacts indirects (voir 2.6.9)

L'utilisateur doit indiquer la mesure de protection qui est appliquée à l'installation pour laquelle l'ENSEMBLE est prévu. En particulier, l'attention est attirée sur la CEI 364-4-41 dans laquelle des prescriptions concernant la protection contre les contacts indirects sont données pour l'installation complète, par exemple par l'utilisation de conducteurs de protection.

7.4.3.1 Protection par utilisation de circuits de protection

Dans un ENSEMBLE, un circuit de protection est constitué, soit d'un conducteur de protection séparé, soit des parties conductrices de la structure, ou des deux. Il réalise:

- la protection contre les conséquences de défauts à l'intérieur de l'ENSEMBLE;
- la protection contre les conséquences de défauts dans les circuits extérieurs alimentés par l'intermédiaire de l'ENSEMBLE.

Les prescriptions à satisfaire sont données dans les paragraphes suivants:

7.4.3.1.1 Des dispositions constructives doivent être prises pour assurer la continuité électrique entre les masses de l'ENSEMBLE (voir 7.4.3.1.5) et entre ces masses et les circuits de protection de l'installation (voir 7.4.3.1.6).

Pour les EDS, à moins qu'un dispositif essayé conformément à un essai de type ne soit utilisé, ou qu'une vérification de la tenue aux court-circuits ne soit pas nécessaire, conformément aux 8.2.3.1.1 à 8.2.3.1.3, un conducteur de protection distinct doit être utilisé pour le circuit de protection et il sera disposé par rapport aux jeux de barre de façon telle que les effets des forces électromagnétiques soient négligeables.

7.4.3.1.2 Certaines masses d'un ENSEMBLE qui ne constituent pas un danger:

- soit parce qu'elles ne peuvent être touchées sur des grandes surfaces ni être saisies à la main;
- soit parce qu'elles sont de petite taille (environ 50 mm sur 50 mm) ou disposées de telle sorte que tout risque de contact avec les parties actives est exclu,

n'ont pas besoin d'être reliées à des circuits de protection. Cela s'applique aux vis, aux rivets et aux plaques signalétiques. Il en est de même pour les électro-aimants de contacteurs ou de relais, les noyaux magnétiques de transformateurs (sauf s'ils sont fournis avec une borne de raccordement ou un conducteur de protection), certaines pièces de déclencheurs, etc., quelles que soient leurs dimensions.

7.4.3.1.3 Les organes manuels de commande (poignées, volants, etc.) doivent être:

- soit connectés électriquement d'une façon sûre et permanente avec des parties réunies aux circuits de protection,
- soit munis d'une isolation supplémentaire qui les isole des autres parties conductrices de l'ENSEMBLE. Cette isolation doit avoir une valeur assignée au moins égale à la tension maximale d'isolement de l'appareil associé.

7.4.2.3 *Protection by obstacles*

This measure applies to open-type ASSEMBLIES, see clause 412.3 of IEC 364-4-41)

7.4.3 *Protection against indirect contact (see 2.6.9)*

The user shall indicate the protective measure which is applied to the installation for which the ASSEMBLY is intended. In particular, attention is drawn to IEC 364-4-41, where requirements for protection against indirect contact are specified for the complete installation, for example the use of protective conductors.

7.4.3.1 *Protection by using protective circuits*

A protective circuit in an ASSEMBLY consists of either a separate protective conductor or the conductive structural parts or both. It provides the following:

- protection against the consequences of faults within the ASSEMBLY;
- protection against the consequences of faults in external circuits supplied through the ASSEMBLY.

The requirements to be complied with are given in the following sub-clauses:

7.4.3.1.1 Constructional precautions shall be taken to ensure electrical continuity between the exposed conductive parts of the ASSEMBLY (see 7.4.3.1.5) and between these parts and the protective circuits of the installation (see 7.4.3.1.6).

For PTTA, unless a type-tested arrangement is used, or verification of the short-circuit strength is not necessary in accordance with 8.2.3.1.1 to 8.2.3.1.3, a separate protective conductor shall be used for the protective circuit and it shall be so disposed with respect to the busbars that the effects of electromagnetic forces are negligible.

7.4.3.1.2 Certain exposed conductive parts of an ASSEMBLY which do not constitute a danger:

- either because they cannot be touched on large surfaces or grasped with the hand,
- or because they are of small size (approx. 50 mm by 50 mm) or so located as to exclude any contact with live parts,

need not be connected to the protective circuits. This applies to screws, rivets and nameplates. It also applies to electromagnets of contactors or relays, magnetic cores of transformers (unless they are provided with a terminal for connection to the protective conductor), certain parts of releases, etc., irrespective of their size.

7.4.3.1.3 Manual operating means (handles, wheels, etc.) shall be:

- either electrically connected, in a secure and permanent manner, with the parts connected to the protective circuits,
- or provided with additional insulation which insulates them from other conductive parts of the ASSEMBLY. This insulation shall be rated for at least the maximum insulation voltage of the associated device.

Il est préférable que les parties des organes manuels de commande qui sont normalement saisies par la main pendant leur usage soient faites ou recouvertes du matériau isolant prévu pour la tension maximale d'isolement de l'équipement.

7.4.3.1.4 Les pièces métalliques recouvertes d'une couche de vernis ou d'émail ne peuvent généralement pas être considérées comme étant suffisamment isolées pour répondre à ces prescriptions.

7.4.3.1.5 La continuité des circuits de protection doit être assurée par des interconnexions effectives, soit directement, soit au moyen de conducteurs de protection.

a) Quand une partie de l'ENSEMBLE est retirée de l'enveloppe, par exemple pour la maintenance normale, les circuits de protection vers le reste de l'ENSEMBLE ne doivent pas être interrompus.

Les moyens utilisés pour l'assemblage des diverses pièces métalliques d'un ENSEMBLE sont considérés comme suffisants pour assurer la continuité des circuits de protection si les précautions prises garantissent une bonne conductivité en permanence et une valeur de courant admissible suffisante pour supporter le courant de défaut à la terre qui peut s'écouler dans l'ENSEMBLE.

NOTE - On n'utilisera pas de conduits métalliques souples comme conducteurs de protection.

b) Quand les parties amovibles ou débrochables comportent des surfaces portantes métalliques, ces surfaces sont considérées comme suffisantes pour assurer la continuité des circuits de protection pourvu que la pression exercée sur elles soit suffisamment élevée. Il peut être nécessaire de prendre des précautions pour garantir en permanence une bonne conductivité. Dans le cas d'une partie débrochable, la continuité des circuits de protection doit demeurer effective de la position raccordée jusqu'à et y compris la position de sectionnement (position isolée).

c) Pour les couvercles, portes, plaques de fermeture et autres pièces analogues, les connexions métalliques à vis et boulonnées habituellement (charnières métalliques) sont considérées comme suffisantes pour assurer la continuité pourvu qu'aucun matériel électrique n'y soit fixé.

Si des appareils ayant une tension dépassant les limites de la très basse tension sont fixés à des couvercles, portes, plaques de fermeture, etc., des mesures doivent être prises pour assurer la continuité des circuits de protection. Il est recommandé que ces pièces soient pourvues d'un conducteur de protection soigneusement fixé dont la section dépend de la section maximale du conducteur d'alimentation de l'équipement fixé. Une connexion électrique équivalente spécialement conçue dans ce but (contact glissant, charnières protégées contre la corrosion) doit aussi être considérée comme suffisante.

d) Toutes les parties du circuit de protection à l'intérieur de l'ENSEMBLE doivent être conçues de telle sorte qu'elles soient capables de supporter les contraintes thermiques et dynamiques les plus élevées qui puissent se produire au lieu d'installation de l'ENSEMBLE.

e) Lorsque l'enveloppe d'un ENSEMBLE est utilisée comme partie d'un circuit de protection, la section de cette enveloppe doit être au moins électriquement équivalente à la section minimale spécifiée au 7.4.3.1.7.

It is preferable that parts of manual operating means that are normally grasped by the hand during operation are made of or covered by insulating material rated for the maximum insulation voltage of the equipment.

7.4.3.1.4 Metal parts covered with a layer of varnish or enamel cannot generally be considered to be adequately insulated to comply with these requirements.

7.4.3.1.5 Continuity of protective circuits shall be ensured by effective interconnections either directly or by means of protective conductors.

a) When a part of the ASSEMBLY is removed from the enclosure, for example for routine maintenance, the protective circuits for the remainder of the ASSEMBLY shall not be interrupted.

Means used for assembling the various metal parts of an ASSEMBLY are considered sufficient for ensuring continuity of the protective circuits if the precautions taken guarantee permanent good conductivity and a current-carrying capacity sufficient to withstand the earth fault current that may flow in the ASSEMBLY.

NOTE - Flexible metal conduits should not be used as protective conductors.

b) When removable or withdrawable parts are equipped with metal supporting surfaces, these surfaces are considered sufficient for ensuring continuity of protective circuits provided that the pressure exerted on them is sufficiently high. Precautions may have to be taken to guarantee permanent good conductivity. The continuity of the protective circuit of a withdrawable part shall remain effective from the connected position to the disconnected position (isolated position) inclusively.

c) For lids, doors, cover plates and the like, the usual metal screwed connections and metal hinges are considered sufficient to ensure continuity provided that no electrical equipment is attached to them.

If apparatus with a voltage exceeding the limits of extra-low voltage are attached to lids, doors, cover plates, etc., steps shall be taken to ensure continuity of the protective circuits. It is recommended that these parts be fitted with a carefully attached protective conductor whose cross-sectional area depends on the maximum cross-section of the supply lead to the equipment attached. An equivalent electrical connection especially designed for this purpose (sliding contact, hinges protected against corrosion) shall also be considered satisfactory.

d) All parts of the protective circuit within the ASSEMBLY shall be so designed that they are capable of withstanding the highest thermal and dynamic stresses that may occur at the place of installation of the ASSEMBLY.

e) When the enclosure of an ASSEMBLY is used as part of a protective circuit, the cross-sectional area of this enclosure shall be at least electrically equivalent to the minimum cross-sectional area specified in 7.4.3.1.7.

f) Lorsque la continuité peut être interrompue au moyen de connecteurs ou de prises de courant, le circuit de protection ne doit être interrompu qu'après l'interruption des conducteurs actifs et la continuité doit être établie avant que les conducteurs actifs soient de nouveau raccordés.

g) En principe, à l'exception des cas mentionnés au point f), les circuits de protection à l'intérieur d'un ENSEMBLE ne doivent pas comprendre de dispositif de sectionnement (interrupteur, sectionneur, etc.). Les seuls moyens autorisés dans les circuits des conducteurs de protection doivent être des barrettes qui peuvent être enlevées à l'aide d'un outil et qui ne sont accessibles qu'au personnel autorisé (de telles barrettes peuvent être nécessaires pour certains essais).

7.4.3.1.6 Les bornes pour le raccordement des conducteurs de protection extérieurs et des armatures de câbles doivent, chaque fois que cela est nécessaire, être nues et, sauf spécification contraire, permettre le branchement de conducteurs de cuivre. Une borne séparée de dimension appropriée doit être fournie pour chaque sortie de conducteur(s) de protection. Dans le cas d'enveloppes et de conducteurs en aluminium ou en alliage d'aluminium, il faut prêter une attention spéciale au danger de corrosion électrolytique. Dans le cas d'ENSEMBLES possédant des structures conductrices, des enveloppes, etc., il faut prévoir des moyens pour assurer la continuité électrique entre les masses (le circuit de protection) de l'ENSEMBLE et la gaine métallique des câbles de connexion (conduit d'acier, gaine de plomb, etc.). Les moyens de connexion prévus pour assurer la continuité des masses avec les conducteurs de protection extérieurs ne doivent avoir aucune autre fonction.

NOTE - Des précautions spéciales peuvent être nécessaires quand les parties métalliques de l'ENSEMBLE, en particulier les plaques de presse-étoupe, ont un fini de surface résistant à l'abrasion, par exemple un revêtement pulvérulent.

7.4.3.1.7 La section des conducteurs de protection (PE) dans un ENSEMBLE doit être déterminée par l'une des méthodes suivantes:

a) La section du conducteur de protection ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée indiquée dans le tableau 4.

Si l'application de ce tableau conduit à des dimensions non normalisées, les conducteurs de la section normalisée la plus proche doivent être utilisés.

Tableau 4

Section des conducteurs de phase S mm^2	Section minimale du conducteur de protection correspondant S_p mm^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	$S/2$
$400 < S \leq 800$	200
$S > 800$	$S/4$

NOTE - Il convient de vérifier la section par le calcul pour certaines applications (par exemple la possibilité de fonctionnement en régime monophasé en cas de défaut sur deux phases d'un réseau triphasé).

f) Where continuity can be interrupted by means of connectors or plug-and-socket devices, the protective circuit shall be interrupted only after the live conductors have been interrupted and continuity shall be established before the live conductors are reconnected.

g) In principle, with the exception of the cases mentioned under Item f), protective circuits within an ASSEMBLY shall not include a disconnecting device (switch, disconnector, etc.). The only means permitted in the run of protective conductors shall be links which are removable by means of a tool and accessible only to authorized personnel (these links may be required for certain tests).

7.4.3.1.6 The terminals for external protective conductors and sheathing shall, where required, be bare and, unless otherwise specified, suitable for the connection of copper conductors. A separate terminal of adequate size shall be provided for the outgoing protective conductor(s) of each circuit. In the case of enclosures and conductors of aluminium or aluminium alloys, particular consideration shall be given to the danger of electrolytic corrosion. In the case of ASSEMBLIES with conductive structures, enclosures, etc., means shall be provided to ensure electrical continuity between the exposed conductive parts (the protective circuit) of the ASSEMBLY and the metal sheathing of connecting cables (steel conduit, lead sheath, etc.). The connecting means to ensure the continuity of the exposed conductive parts with external protective conductors shall have no other function.

NOTE - Special precautions may be necessary with metal parts of the ASSEMBLY, particularly gland plates, where abrasion resistant finishes, for example powder coatings, are used.

7.4.3.1.7 The cross-section of protective conductors (PE) in an ASSEMBLY shall be determined in one of the following ways:

a) The cross-sectional area of the protective conductor shall be not less than the appropriate value shown in table 4.

If the application of this table produces non-standard sizes, conductors having the nearest standard cross-sectional area are to be used.

Table 4

Cross-sectional area of phase conductors S mm ²	Minimum cross-sectional area of the corresponding protective conductor S _p mm ²
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
35 < S ≤ 400	S/2
400 < S ≤ 800	200
S > 800	S/4

NOTE - The calculated cross-sectional area should be verified for some applications (e.g. possibility of single phase operating in a three-phase system where fault conditions happen on two phases).

Les valeurs du tableau 4 ne sont valables que si le conducteur de protection est fait du même métal que celui des conducteurs de phase. Si cela n'est pas le cas, la section du conducteur de protection doit être déterminée de manière à offrir une conductance équivalente à celle qui résulte de l'application du tableau 4.

b) La section du conducteur de protection doit être calculée à l'aide de la formule indiquée dans l'annexe B ou obtenue par quelque autre méthode, par exemple par un essai.

Pour déterminer la section des conducteurs de protection, les conditions suivantes doivent être remplies simultanément:

- 1) quand on effectue l'essai spécifié en 8.2.4.2, la valeur de l'impédance de la boucle de défaut doit remplir les conditions requises pour le fonctionnement du dispositif de protection;
- 2) les conditions de fonctionnement du dispositif de protection électrique doivent être choisies de manière à éliminer la possibilité pour le courant de défaut dans le conducteur de protection de provoquer un échauffement tendant à endommager ce conducteur ou à nuire à sa continuité électrique.

7.4.3.1.8 Dans le cas d'un ENSEMBLE contenant des pièces de structure, des bâtis, des enveloppes, etc., en matériau conducteur, un conducteur de protection, s'il est prévu, n'a pas besoin d'être isolé de ces pièces (pour les exceptions, voir 7.4.3.1.9).

7.4.3.1.9 Les conducteurs reliés à certains dispositifs de protection - y compris les conducteurs les reliant à une prise de terre séparée - doivent être isolés soigneusement. Cela s'applique, par exemple, aux dispositifs de détection de défauts sensibles à la tension et peut s'appliquer aussi à la connexion avec la terre du neutre du transformateur.

NOTE - L'attention est attirée sur les précautions spéciales à prendre en appliquant les prescriptions relatives à de tels dispositifs.

7.4.3.1.10 Les parties conductrices accessibles d'un appareil qui ne peuvent être raccordées au circuit de protection par ses moyens de fixation doivent être raccordées au circuit de protection de l'ENSEMBLE pour équipotentialité de protection, par un conducteur dont la section est choisie conformément au tableau 4A.

Tableau 4A – Section du conducteur d'équipotentialité en cuivre

Courant assigné d'emploi I_e A	Section minimale du conducteur d'équipotentialité mm ²
$I_e \leq 20$	S
$20 < I_e \leq 25$	2,5
$25 < I_e \leq 32$	4
$32 < I_e \leq 63$	6
$63 < I_e$	10

S = section du conducteur de phase (mm²).

The values in table 4 are valid only if the protective conductor is made of the same metal as the phase conductors. If this is not so, the cross-sectional area of the protective conductor is to be determined in a manner which produces a conductance equivalent to that which results from the application of table 4.

b) The cross-sectional area of the protective conductor shall be calculated with the aid of the formula indicated in annex B or obtained by some other method, for example by testing.

For determining the cross-section of protective conductors, the following conditions have to be satisfied simultaneously:

- 1) when the test according to 8.2.4.2 is carried out, the value of the fault-loop impedance shall fulfil the conditions required for the operation of the protective device;
- 2) the conditions of operation of the electrical protective device shall be so chosen as to eliminate the possibility of the fault current in the protective conductor causing a temperature rise that tends to impair this conductor or its electrical continuity.

7.4.3.1.8 In the case of an ASSEMBLY containing structural parts, frameworks, enclosures, etc., made of conducting material, a protective conductor, if provided, need not be insulated from these parts (for exceptions, see 7.4.3.1.9).

7.4.3.1.9 Conductors to certain protective devices including the conductors connecting them to a separate earth electrode shall be carefully insulated. This applies, for instance, to voltage-operated fault detection devices, and can also apply to the earth-connection of the transformer neutral.

NOTE - Attention is drawn to the special precautions to be taken in applying the requirements relating to such devices.

7.4.3.1.10 Accessible conductive parts of a device which cannot be connected to the protective circuit by its fixing means shall be connected to the protective circuit of the ASSEMBLY for protective bonding by a conductor whose cross-sectional area is chosen according to table 4A.

Table 4A – Cross-sectional area of a copper bonding conductor

Rated operational current I_e A	Minimum cross-sectional area of a bonding conductor mm ²
$I_e \leq 20$	S
$20 < I_e \leq 25$	2,5
$25 < I_e \leq 32$	4
$32 < I_e \leq 63$	6
$63 < I_e$	10

S = cross-sectional area of the phase conductor (mm²)

7.4.3.1.11 La section des conducteurs PEN d'un ensemble doit être déterminée de la même manière que le conducteur de neutre (N).

La section minimale doit être de 10 mm² Cu.

Le conducteur PEN peut ne pas être isolé.

Les pièces de structure ne doivent pas être utilisées comme conducteur PEN. Cependant, des rails de montage en cuivre ou en aluminium peuvent être utilisés comme conducteur PEN.

NOTE - Pour les conducteurs qui ne sont pas en cuivre, il convient de remplacer les sections ci-dessus par des sections de conductivité équivalente qui peuvent nécessiter des bornes plus grandes.

7.4.3.2 Protection par des mesures autres que l'utilisation des circuits de protection

Les ENSEMBLES peuvent fournir une protection contre les contacts indirects, au moyen des mesures suivantes qui ne demandent pas de circuit de protection:

- séparation électrique des circuits;
- isolation totale.

7.4.3.2.1 Séparation électrique des circuits

(Voir l'article 413.5 de la CEI 364-4-41.)

7.4.3.2.2 Protection par isolation totale*

Pour assurer, par isolation totale, la protection contre les contacts indirects, les prescriptions suivantes doivent être observées:

- a) les appareils doivent être complètement enveloppés dans un matériau isolant. L'enveloppe doit porter le symbole  qui doit rester visible de l'extérieur.
- b) L'enveloppe doit être faite en matériau isolant, capable de résister aux contraintes mécaniques, électriques et thermiques auxquelles elle est susceptible d'être soumise dans les conditions d'emploi normales ou spéciales (voir 6.1 et 6.2) et doit être résistante au vieillissement et au feu.**
- c) L'enveloppe ne doit être percée en aucun point par des parties conductrices de telle manière qu'il y ait possibilité qu'une tension de défaut soit transmise à l'extérieur de l'enveloppe.

Cela signifie que les pièces métalliques, telles que les mécanismes des organes de commande qui doivent traverser l'enveloppe pour des raisons de construction doivent être isolées des parties sous tension à l'intérieur ou à l'extérieur, pour la tension assignée d'isolement maximale et le cas échéant, la tension assignée de tenue au choc maximale de tous les circuits de l'ENSEMBLE.

* Selon le 413.2.1.1 de la CEI 364-4-41, cela est équivalent au matériel de la classe II, voir CEI 536.

** A l'étude par l'ISO/TC 61.

7.4.3.1.11 The cross-sectional area of PEN-conductors shall be determined in the same way as the neutral conductor (N).

The minimum cross-sectional area shall be 10 mm² copper.

The PEN-conductors need not be insulated.

Structural parts shall not be used as a PEN-conductor. However, mounting rails made of copper or aluminium may be used as PEN-conductors.

NOTE - For conductors other than copper conductors the above cross-sectional areas should be replaced by cross-sectional areas of equivalent conductivity which may require larger terminals.

7.4.3.2 *Protection by measures other than using protective circuits*

ASSEMBLIES can provide protection against indirect contact by means of the following measures which do not require a protective circuit:

- electrical separation of circuits;
- total insulation.

7.4.3.2.1 *Electrical separation of circuits*

(See clause 413.5 of IEC 364-4-41.)

7.4.3.2.2 *Protection by total insulation**

For protection, by total insulation, against indirect contact, the following requirements shall be met:

- a) The apparatus shall be completely enclosed in insulating material. The enclosure shall carry the symbol  which shall be visible from the outside.
- b) The enclosure shall be made of an insulating material which is capable of withstanding the mechanical, electrical and thermal stresses to which it is liable to be subjected under normal or special service conditions (see 6.1 and 6.2) and it shall be resistant to ageing and flame-resistant.**
- c) The enclosure shall at no point be pierced by conducting parts in such a manner that there is the possibility of a fault voltage being brought out of the enclosure.

This means that metal parts, such as actuator shafts which for constructional reasons have to be brought through the enclosure, shall be insulated on the inside or the outside of the enclosure from the live parts for the maximum rated insulation voltage and, if applicable, the maximum rated impulse withstand voltage of all circuits in the ASSEMBLY.

* According to 413.2.1.1 of IEC 364-4-41, this is equivalent to Class II equipment, see IEC 536 .

** Under consideration by ISO/TC 61.

Si un organe de commande est réalisé en métal (qu'il soit ou non recouvert d'une matière isolante), il doit être pourvu d'une isolation conçue pour la tension assignée d'isolement maximale et, le cas échéant, pour la tension assignée de tenue au choc maximale de tous les circuits de l'ENSEMBLE.

Si un organe de commande est principalement réalisé en matériau isolant, toutes ses parties métalliques qui pourraient devenir accessibles en cas de défaut d'isolement doivent aussi être isolées des parties sous tension, pour la tension assignée d'isolement maximale et, le cas échéant, la tension assignée de tenue au choc maximale de tous les circuits de l'ENSEMBLE.

d) L'enveloppe, quand l'ENSEMBLE est prêt à fonctionner et relié à l'alimentation, doit renfermer toutes les parties actives, les masses et toutes les parties appartenant à un circuit de protection de telle sorte qu'elles ne puissent pas être touchées. L'enveloppe doit au moins procurer le degré de protection IP3XD*.

Si un conducteur de protection, prolongé de manière à atteindre l'équipement électrique connecté à l'aval de l'ENSEMBLE, doit passer à travers un ENSEMBLE dont les masses sont isolées, les bornes nécessaires pour connecter les conducteurs de protection extérieurs doivent être prévues et être munies de marques d'identification convenables.

A l'intérieur de l'enveloppe, le conducteur de protection et sa borne doivent être isolés des parties actives et des masses de la même manière que les parties actives.

e) Les masses, à l'intérieur de l'ENSEMBLE, ne doivent pas être raccordées au circuit de protection, c'est-à-dire qu'elles ne doivent pas faire l'objet d'une mesure de protection impliquant l'usage d'un circuit de protection. Cela s'applique aussi aux appareils incorporés même s'ils ont une borne de connexion pour un conducteur de protection.

f) Si les portes ou les panneaux de l'enveloppe peuvent être ouverts sans l'aide d'une clef ou d'un outil, on doit prévoir un obstacle en matériau isolant qui fournira une protection contre un contact fortuit non seulement avec les parties actives accessibles, mais encore avec les masses qui ne sont accessibles qu'après l'ouverture du panneau; cependant, cet obstacle ne doit pas pouvoir être enlevé sans l'aide d'un outil.

7.4.4 *Suppression des charges électriques*

Si l'ENSEMBLE contient des matériels qui peuvent conserver des charges électriques dangereuses après avoir été mis hors tension (condensateurs, etc.), une plaque d'avertissement est nécessaire.

De petits condensateurs tels que ceux qui sont utilisés pour l'extinction d'arc, pour temporiser la réponse de relais, etc., ne doivent pas être considérés comme dangereux.

NOTE - Un contact fortuit n'est pas considéré comme dangereux si les tensions provenant de charges statiques chutent au-dessous de 120 V en courant continu, moins de 5 s après débranchement de l'alimentation.

* Voir la CEI 529.

If an actuator is made of metal (whether covered by insulating material or not) it shall be provided with insulation rated for the maximum rated insulation voltage and, if applicable, the maximum impulse withstand voltage of all circuits in the ASSEMBLY.

If an actuator is principally made of insulating material, any of its metal parts which may become accessible in the event of insulation failure, shall also be insulated from live parts for the maximum rated insulation voltage and, if applicable, the maximum rated impulse withstand voltage of all circuits in the ASSEMBLY.

d) The enclosure, when the ASSEMBLY is ready for operation and connected to the supply, shall enclose all live parts, exposed conductive parts and parts belonging to a protective circuit in such a manner that they cannot be touched. The enclosure shall give at least the degree of protection IP3XD*.

If a protective conductor, which is extended to electrical equipment connected to the load side of the ASSEMBLY, is to be passed through an ASSEMBLY whose exposed conductive parts are insulated, the necessary terminals for connecting the external protective conductors shall be provided and identified by suitable marking.

Inside the enclosure, the protective conductor and its terminal shall be insulated from the live parts and the exposed conductive parts in the same way as the live parts are insulated.

e) Exposed conductive parts within the ASSEMBLY shall not be connected to the protective circuit, i.e. they shall not be included in a protective measure involving the use of a protective circuit. This applies also to built-in apparatus even if they have a connecting terminal for a protective conductor.

f) If doors or covers of the enclosure can be opened without the use of a key or tool, an obstacle of insulating material shall be provided which will afford protection against unintentional contact not only with the accessible live parts, but also with the exposed conductive parts which are only accessible after the cover has been opened; this obstacle, however, shall not be removable except with the use of a tool.

7.4.4 *Discharging of electrical charges*

If the ASSEMBLY contains items of equipment which may retain dangerous electrical charges after they have been switched off (capacitors, etc.), a warning plate is required.

Small capacitors such as those used for arc extinction, for delaying the response of relays, etc., shall not be considered dangerous.

NOTE - Unintentional contact is not considered dangerous if the voltages resulting from static charges fall below 120 V d.c. in less than 5 s after disconnection from the power supply.

* See IEC 529.

7.4.5 *Passages de service et d'entretien à l'intérieur des ENSEMBLES* (voir 2.7.1 et 2.7.2)

Les passages de service et d'entretien à l'intérieur d'un ENSEMBLE doivent satisfaire aux prescriptions de la CEI 364-4-481 (en préparation).

NOTE - Les espaces à l'intérieur des ENSEMBLES d'une profondeur limitée à environ 1 m ne sont pas considérés comme étant des passages.

7.4.6 *Prescriptions relatives à l'accessibilité en service par du personnel autorisé*

L'accessibilité en service par du personnel autorisé, suivant accord entre le constructeur et l'utilisateur, est soumise à l'une ou à plusieurs des prescriptions suivantes selon un accord à réaliser entre le constructeur et l'utilisateur. Ces prescriptions doivent s'ajouter aux mesures de protection spécifiées en 7.4.

NOTE - Cela implique que les prescriptions ayant fait l'objet d'un accord doivent s'appliquer quand une personne autorisée peut accéder à l'ENSEMBLE, par exemple à l'aide d'outils ou par neutralisation d'un verrouillage (voir 7.4.2.2.3), lorsque l'ENSEMBLE ou une partie de celui-ci est sous tension.

7.4.6.1 *Prescriptions relatives à l'accessibilité en vue d'une inspection ou d'opérations analogues*

L'ENSEMBLE doit être conçu et disposé de telle sorte que certaines opérations, soumises à un accord entre le constructeur et l'utilisateur, puissent être effectuées quand l'ENSEMBLE est en service et sous tension.

De telles opérations peuvent être:

- l'inspection visuelle:
 - des appareils de connexion et autres appareils,
 - des réglages et indicateurs des relais et des déclencheurs,
 - des raccordements des conducteurs et des marques qui y sont apposées;
- le réglage et le réarmement des relais, déclencheurs et appareils électroniques;
- le remplacement des éléments fusibles;
- le remplacement des lampes de signalisation;
- certaines opérations visant à localiser les défauts, par exemple les mesures de tension et de courant avec des dispositifs convenablement conçus et isolés.

7.4.6.2 *Prescriptions relatives à l'accessibilité en vue de la maintenance*

Pour permettre la maintenance, prévue par un accord entre le constructeur et l'utilisateur, d'une unité ou d'un groupe fonctionnel sectionné de l'ENSEMBLE, alors que des unités ou groupes fonctionnels adjacents sont maintenus sous tension, il est nécessaire d'adopter certaines mesures. Le choix, qui fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, dépend de facteurs tels que les conditions de service, la fréquence d'entretien, la compétence du personnel autorisé, les règles locales d'installation, etc. De telles mesures peuvent être:

- une distance suffisante entre l'unité ou le groupe fonctionnel considéré et les unités ou les groupes fonctionnels adjacents. Il est recommandé que les parties susceptibles d'être retirées en vue de la maintenance aient autant que possible des moyens de fixation imperdables;

7.4.5 *Operating and maintenance gangways within ASSEMBLIES* (see 2.7.1 and 2.7.2)

Operating and maintenance gangways within an ASSEMBLY have to comply with the requirements of IEC 364-4-481 (in preparation).

NOTE - Recesses within ASSEMBLIES of limited depth of the order of 1 m are not considered to be gangways.

7.4.6 *Requirements related to accessibility in service by authorized personnel*

For accessibility in service by authorized personnel, as agreed between manufacturer and user, one or more of the following requirements shall be fulfilled subject to agreement between manufacturer and user. These requirements shall be complementary to the protective measures specified in 7.4.

NOTE - This implies that the agreed requirements shall be valid when an authorized person can obtain access to the ASSEMBLY, for example by the use of tools or by overriding an interlock (see 7.4.2.2.3) when the ASSEMBLY or part of it is under voltage.

7.4.6.1 *Requirements related to accessibility for inspection and similar operations*

The ASSEMBLY shall be designed and arranged in such a way that certain operations, according to agreement between manufacturer and user, can be performed when the ASSEMBLY is in service and under voltage.

Such operations may be:

- visual inspection of:
 - switching devices and other apparatus,
 - settings and indicators of relays and releases,
 - conductor connections and marking;
- adjusting and resetting of relays, releases and electronic devices;
- replacement of fuse-links;
- replacement of indicating lamps;
- certain fault location operations, for example voltage and current measuring with suitably designed and insulated devices.

7.4.6.2 *Requirements related to accessibility for maintenance*

To enable maintenance agreed upon between manufacturer and user on a disconnected functional unit or group of the ASSEMBLY, with adjacent functional units or groups still under voltage, necessary measures shall be taken. The choice, which is subject to agreement between manufacturer and user, depends on such factors as service conditions, frequency of maintenance, competence of the authorized personnel, local installation rules, etc. Such measures may be:

- sufficient space between the actual functional unit or group and adjacent functional units or groups. It is recommended that parts likely to be removed for maintenance have as far as possible retainable fastening means;

- l'utilisation d'éléments de colonnes protégés par écrans pour chaque unité ou groupe fonctionnel;
- l'utilisation de compartiments pour une unité ou groupe fonctionnel;
- l'insertion de moyens supplémentaires de protection fournis ou indiqués par le constructeur.

7.4.6.3 Prescriptions relatives à l'accessibilité en vue d'une extension sous tension

Lorsqu'il est prescrit de rendre possible une extension future de l'ENSEMBLE par des unités ou des groupes fonctionnels supplémentaires alors que le reste de l'ENSEMBLE est maintenu sous tension, on applique, sous réserve d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, les prescriptions spécifiées au 7.4.6.2. On applique également ces prescriptions lors de l'insertion et du raccordement à l'ENSEMBLE de sorties supplémentaires lorsque les câbles, déjà en place, sont sous tension.

Le raccordement d'unités supplémentaires à leur alimentation d'entrée ne doit pas être effectué sous tension sauf si la conception de l'ENSEMBLE le permet.

7.5 Protection contre les courts-circuits et tenue aux courts-circuits

NOTE - Pour le moment, ce paragraphe s'applique essentiellement au matériel pour courant alternatif; les prescriptions relatives au matériel pour courant continu sont à l'étude.

7.5.1 Généralités

Les ENSEMBLES doivent être construits de manière à résister aux contraintes thermiques et dynamiques résultant de courants de court-circuit ne dépassant pas les valeurs assignées.

NOTE - Les contraintes de court-circuit peuvent être réduites par l'utilisation de dispositifs limiteurs de courant (inductances, fusibles, limiteurs de courant ou autres dispositifs de coupure limiteurs de courant).

Les ENSEMBLES doivent être protégés contre les courants de court-circuit au moyen, par exemple, de disjoncteurs, de coupe-circuit à fusibles ou d'une combinaison des deux, qui peuvent être soit incorporés à l'ENSEMBLE, soit disposés à l'extérieur de celui-ci.

NOTE - Pour les ENSEMBLES conçus pour être utilisés dans les systèmes IT*, il convient que le dispositif de protection contre les court-circuits ait un pouvoir de coupure suffisant sur chaque pôle à la tension composée pour éliminer un double défaut à la terre.

Lorsque l'utilisateur commande un ENSEMBLE, il doit spécifier les conditions de court-circuit au lieu d'installation.

NOTE - Il est souhaitable que le plus haut degré possible de protection pour le personnel soit fourni en cas de défaut amenant la formation d'un arc à l'intérieur d'un ENSEMBLE, bien que l'objectif primordial consiste à éviter de tels arcs par une conception appropriée ou de limiter leur durée.

Pour les EDS, il est recommandé d'utiliser des dispositifs essayés conformément à un essai de type, par exemple jeux de barres, à moins que les exceptions des 8.2.3.1.1 à 8.2.3.1.3 ne s'appliquent. Dans des cas exceptionnels où l'utilisation de dispositifs essayés conformément à un essai de type n'est pas possible, la tenue aux courts-circuits de ces parties sera vérifiée par extrapolation à partir de dispositifs essayés conformément à un essai de type.

* Voir CEI 364-3.

- use of barrier-protected sub-sections for each functional unit or group;
- use of compartments for each functional unit or group;
- insertion of additional protective means provided or specified by the manufacturer.

7.4.6.3 *Requirements related to accessibility for extension under voltage*

When it is required to enable future extension of the ASSEMBLY with additional functional units or groups, with the rest of the ASSEMBLY still under voltage, the requirements specified in 7.4.6.2 apply, subject to agreement between manufacturer and user. These requirements also apply for the insertion and connection of additional outgoing cables when the existing cables are under voltage.

The connection of additional units to their incoming supply shall not be made under voltage, unless the design of the ASSEMBLY permits such connections.

7.5 *Short-circuit protection and short-circuit withstand strength*

NOTE - For the time being, this sub-clause applies primarily to a.c. equipment. Requirements concerning d.c. equipment are under consideration.

7.5.1 *General*

ASSEMBLIES shall be so constructed as to be capable of withstanding the thermal and dynamic stresses resulting from short-circuit currents up to the rated values.

NOTE - The short-circuit stresses may be reduced by the use of current-limiting devices (inductances, current-limiting fuses or other current-limiting switching devices).

ASSEMBLIES shall be protected against short-circuit currents by means of for example circuit-breakers, fuses or combinations of both, which may either be incorporated in the ASSEMBLY or arranged outside it.

NOTE - For ASSEMBLIES intended for use in IT systems* the short-circuit protective device should have a sufficient breaking capacity on each single pole at line-to-line voltage to clear a double earth fault.

The user, when ordering an ASSEMBLY, shall specify the short-circuit conditions at the point of installation.

NOTE - It is desirable that the highest possible degree of protection to personnel should be provided in case of a fault leading to arcing inside an ASSEMBLY, although the prime object should be to avoid such arcs by suitable design or to limit their duration.

For PTTA, it is recommended to use type-tested arrangements, for example busbars, unless the exemptions given in 8.2.3.1.1 to 8.2.3.1.3 apply. In exceptional cases, where the use of type-tested arrangements is not possible, the short-circuit withstand strength of such parts shall be verified by extrapolation from type-tested arrangements.

* See IEC 364-3.

7.5.2 Indications concernant la tenue aux courts-circuits

7.5.2.1 Lorsqu'un ENSEMBLE comporte une seule unité d'arrivée, le constructeur doit définir la tenue aux courts-circuits comme suit:

7.5.2.1.1 Pour les ENSEMBLES dont un dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC) est incorporé à l'unité d'arrivée, en indiquant la valeur maximale permise du courant de court-circuit présumé aux bornes de l'unité d'arrivée. Cette valeur ne doit pas être supérieure à la (aux) caractéristique(s) assignée(s) (voir 4.3, 4.4, 4.5 et 4.6). Le facteur de puissance et les valeurs de crête correspondants doivent être ceux qui sont indiqués en 7.5.3.

Si le dispositif de protection contre les courts-circuits est un coupe-circuit à fusible ou un disjoncteur limiteur de courant, le constructeur doit indiquer les caractéristiques du DPCC (valeur du courant assigné, pouvoir de coupure, courant coupé limité, I^2t , etc.).

Si l'on utilise un disjoncteur à déclenchement temporisé, le constructeur doit spécifier la temporisation maximale et le réglage correspondant au courant de court-circuit présumé indiqué.

7.5.2.1.2 Pour les ENSEMBLES dont le dispositif de protection contre les courts-circuits n'est pas incorporé à l'unité d'arrivée, en indiquant la tenue aux courts-circuits d'une ou de plusieurs des manières suivantes:

- a) Le courant assigné de courte durée admissible ainsi que la durée correspondante si elle diffère de 1 s (voir 4.3) et le courant assigné de crête admissible (voir 4.4).

NOTE - Pour les durées n'excédant pas 3 s, la relation entre le courant de courte durée admissible et la durée est donnée par la formule $I^2t = \text{constante}$ à condition que la valeur de crête ne dépasse pas le courant assigné de crête admissible.

- b) Le courant assigné de court-circuit conditionnel (voir 4.5).

- c) Le courant assigné de court-circuit avec fusible (voir 4.6).

Pour les points b) et c), le constructeur doit indiquer les caractéristiques (valeur de courant assigné, pouvoir de coupure, courant limité, I^2t , etc.) des dispositifs de protection nécessaires à la protection de l'ENSEMBLE.

NOTE - Quand le remplacement des éléments fusibles des coupe-circuit à fusible est nécessaire, on suppose que les éléments de mêmes caractéristiques sont utilisés.

7.5.2.2 Pour un ENSEMBLE ayant plusieurs unités d'arrivée non susceptibles de fonctionner simultanément, la tenue aux courts-circuits peut être indiquée pour chacune des unités d'arrivée conformément au 7.5.2.1.

7.5.2.3 Pour un ENSEMBLE ayant plusieurs unités susceptibles de fonctionner simultanément, et pour un ENSEMBLE ayant une unité d'arrivée et une ou plusieurs unités de sortie pour machines tournantes de grande puissance de nature à alimenter le court-circuit, un accord spécial doit déterminer les valeurs du courant de court-circuit présumé dans chaque unité d'arrivée, dans chaque unité de départ et dans les jeux de barres.

7.5.2 Information concerning the short-circuit withstand strength

7.5.2.1 For an ASSEMBLY having only one incoming unit, the manufacturer shall state the short-circuit withstand strength as follows:

7.5.2.1.1 For ASSEMBLIES with a short-circuit protective device (SCPD) incorporated in the incoming unit, by indicating the maximum allowable value of prospective short-circuit current at the terminals of the incoming unit. This value shall not exceed the appropriate rating(s) (see 4.3, 4.4, 4.5 and 4.6). The corresponding power factor and peak values shall be those shown in 7.5.3.

If the short-circuit protective device is a fuse or a current limiting circuit breaker, the manufacturer shall state the characteristics of the SCPD (current rating, breaking capacity, cut-off current, I^2t , etc.).

If a circuit breaker with time-delay release is used, the manufacturer shall state the maximum time-delay and the current setting corresponding to the indicated prospective short-circuit current.

7.5.2.1.2 For ASSEMBLIES where the short-circuit protective device is not incorporated in the incoming unit, by indicating the short-circuit withstand strength in one or more of the following ways:

- a) The rated short-time withstand current together with the associated time if different from 1 s (see 4.3) and the rated peak withstand current (see 4.4).

NOTE - For times up to a maximum of 3 s, the relationship between the short-time withstand current and the associated time is given by the formula: $I^2t = \text{constant}$ provided that the peak value does not exceed the rated peak withstand current.

- b) The rated conditional short-circuit current (see 4.5).
- c) The rated fused short-circuit current (see 4.6).

For items b) and c), the manufacturer shall indicate the characteristics (current rating, breaking capacity, cut-off current, I^2t , etc.) of the short-circuit protective devices necessary for the protection of the ASSEMBLY.

NOTE - When replacement of fuse-links is necessary, it is assumed that fuse-links with the same characteristics are used.

7.5.2.2 For an ASSEMBLY having several incoming units which are unlikely to be in operation simultaneously, the short-circuit withstand strength can be indicated for each of the incoming units in accordance with 7.5.2.1.

7.5.2.3 For an ASSEMBLY having several incoming units which are likely to be in operation simultaneously, and for an ASSEMBLY having one incoming unit and one or more outgoing units for high-power rotating machines likely to contribute to the short-circuit current, a special agreement shall be made to determine the values of prospective short-circuit current in each incoming unit, in each outgoing unit and in the busbars.

7.5.3 Relation entre les valeurs de crête et les valeurs efficaces du courant de court-circuit

La valeur du courant de crête de court-circuit (valeur de crête de la première onde du courant de court-circuit y compris la composante continue du courant) pour déterminer les contraintes électrodynamiques doit être obtenue en multipliant la valeur efficace du courant de court-circuit par le facteur n . Les valeurs normalisées du facteur n et le facteur de puissance correspondant sont donnés dans le tableau 5.

Tableau 5

Valeur efficace du courant de court-circuit	$\cos \varphi$	n
$I \leq 5 \text{ kA}$	0,7	1,5
$5 \text{ kA} < I \leq 10 \text{ kA}$	0,5	1,7
$10 \text{ kA} < I \leq 20 \text{ kA}$	0,3	2
$20 \text{ kA} < I \leq 50 \text{ kA}$	0,25	2,1
$50 \text{ kA} < I$	0,2	2,2

NOTE - Les valeurs du tableau 5 correspondent à la majorité des applications. Dans des endroits spéciaux, par exemple à proximité de transformateurs ou de générateurs, le facteur de puissance pourra atteindre des valeurs plus faibles: la valeur de crête du courant présumé maximal deviendra donc la valeur limite au lieu de la valeur efficace du courant de court-circuit.

7.5.4 Coordination des dispositifs de protection contre les courts-circuits

7.5.4.1 La coordination des dispositifs de protection doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. L'indication donnée dans le catalogue du constructeur peut tenir lieu d'un tel accord.

7.5.4.2 Si les conditions de service demandent une continuité maximale d'alimentation, les réglages ou le choix des dispositifs de protection contre les courts-circuits dans l'ENSEMBLE devraient, si possible, être fixés de telle sorte qu'un court-circuit se produisant dans tout circuit de départ soit éliminé par l'appareil de connexion installé dans le circuit de départ défectueux sans affecter les autres départs, assurant ainsi la sélectivité du système de protection.

7.5.5 Circuits à l'intérieur d'un ENSEMBLE

7.5.5.1 Circuits principaux

7.5.5.1.1 Les jeux de barres (nus ou isolés) doivent être disposés de telle sorte qu'un court-circuit interne ne soit pas à craindre dans les conditions normales de service. Sauf spécification contraire, ils doivent être dimensionnés conformément aux renseignements concernant la tenue aux courts-circuits (voir 7.5.2) et conçus pour résister au moins aux contraintes de court-circuit limitées par le ou les dispositifs de protection situés en amont des jeux de barres.

7.5.3 Relationship between peak and r.m.s. values of short-circuit current

The value of peak short-circuit current (peak value of the first loop of the short-circuit current including d.c. component) for determining the electrodynamic stresses shall be obtained by multiplying the r.m.s. value of the short-circuit current by the factor n . Standard values for the factor n and the corresponding power factor are given in table 5.

Table 5

R.M.S. value of short-circuit current	$\cos \varphi$	n
$I \leq 5 \text{ kA}$	0,7	1,5
$5 \text{ kA} < I \leq 10 \text{ kA}$	0,5	1,7
$10 \text{ kA} < I \leq 20 \text{ kA}$	0,3	2
$20 \text{ kA} < I \leq 50 \text{ kA}$	0,25	2,1
$50 \text{ kA} < I$	0,2	2,2

NOTE - Values of table 5 represent the majority of applications. In special locations, for example in the vicinity of transformers or generators, lower values of power factor may be found, whereby the maximum prospective peak current may become the limiting value instead of the r.m.s. value of the short-circuit current.

7.5.4 Co-ordination of short-circuit protective devices

7.5.4.1 The co-ordination of protective devices shall be the subject of an agreement between manufacturer and user. Information given in the manufacturer's catalogue may take the place of such an agreement.

7.5.4.2 If the operating conditions require maximum continuity of supply, the settings or selection of the short-circuit protective devices within the ASSEMBLY should, where possible, be so graded that a short-circuit occurring in any outgoing branch circuit is cleared by the switching device installed in the faulted branch circuit without affecting the other outgoing branch circuits, thus ensuring selectivity of the protective system.

7.5.5 Circuits within an ASSEMBLY

7.5.5.1 Main circuits

7.5.5.1.1 The busbars (bare or insulated) shall be arranged in such a manner that an internal short-circuit is not to be expected under normal operating conditions. Unless otherwise specified, they shall be rated in accordance with the information concerning the short-circuit withstand strength (see 7.5.2) and designed to withstand at least the short-circuit stresses limited by the protective device(s) on the supply side of the busbars.

7.5.5.1.2 A l'intérieur d'une colonne, les conducteurs (jeux de barres de distribution inclus) entre les jeux de barres principaux et l'amont des unités fonctionnelles, ainsi que les éléments constitutifs de celles-ci peuvent être conçus sur la base des contraintes réduites de court-circuit se produisant en aval de chacun des dispositifs de protection contre les courts-circuits de chacune d'elles, pourvu que la disposition des conducteurs soit telle qu'un court-circuit interne entre phases et/ou entre phase et terre n'ait que peu de risque de se produire dans des conditions normales de service. De tels conducteurs doivent être de préférence rigides à âme massive. Des conducteurs souples isolés peuvent être utilisés à condition qu'ils soient fixés solidement.

7.5.5.2 *Circuits auxiliaires*

L'étude des circuits auxiliaires doit prendre en compte le schéma de mise à la terre de l'alimentation et assurer qu'un défaut à la terre ou un défaut entre une partie active et une partie conductrice accessible ne provoquera pas de fonctionnement intempestif dangereux.

En général, les circuits auxiliaires doivent être protégés contre les effets des courts-circuits. Cependant, un dispositif de protection contre les courts-circuits ne doit pas être fourni si son fonctionnement est de nature à causer un danger. Dans un cas semblable, les conducteurs des circuits auxiliaires doivent être disposés d'une manière telle que des courts-circuits ne soient pas à redouter dans les conditions normales de service.

7.6 *Appareils de connexion et constituants installés dans les ENSEMBLES*

7.6.1 *Choix des appareils de connexion et des constituants*

Les appareils de connexion et les constituants incorporés dans les ENSEMBLES doivent être conformes aux normes correspondantes de la CEI.

Les appareils de connexion et les constituants doivent convenir à leur application particulière en ce qui concerne la présentation extérieure de l'ENSEMBLE (par exemple ouvert ou sous enveloppe), leurs tensions assignées (tension assignée d'isolement, tension assignée de tenue aux chocs, etc.), leurs courants assignés, leur durée de vie, leurs pouvoirs de fermeture et de coupure, leur tenue aux courts-circuits, etc.

Les appareils de connexion et les constituants dont la tenue aux courts-circuits et/ou le pouvoir de coupure sont insuffisants pour résister aux contraintes susceptibles de se produire sur le lieu de l'installation doivent être protégés au moyen de dispositifs de protection limiteurs de courant, par exemple des coupe-circuit à fusibles ou des disjoncteurs. Lorsqu'on choisit des dispositifs de protection limiteurs de courant pour les appareils de connexion incorporés, il convient de tenir compte des valeurs maximales admissibles spécifiées par le constructeur de l'appareil, en tenant bien compte de la coordination (voir 7.5.4).

La coordination des appareils de connexion et des constituants, par exemple coordination des démarreurs de moteur avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits, doit être conforme aux normes correspondantes de la CEI.

Dans un circuit pour lequel le constructeur annonce une tension assignée de tenue aux chocs, les appareils de connexion et les constituants ne doivent pas créer de surtensions de manœuvre supérieures à la tension assignée de tenue aux chocs du circuit, et il ne faut pas les soumettre à des surtensions de manœuvre supérieure à leur tension assignée de tenue aux chocs. Il est recommandé de tenir compte de ce fait lors du choix des appareils de connexion et des constituants pour emploi dans un circuit donné.

7.5.5.1.2 Within a section, the conductors (including distribution busbars) between the main busbars and the supply side of functional units as well as the components included in these units may be rated on the basis of the reduced short-circuit stresses occurring on the load side of the respective short-circuit protective device within each unit, provided that these conductors are arranged so that under normal operating conditions, an internal short-circuit between phases and/or between phases and earth is only a remote possibility. Such conductors are preferably of solid rigid manufacture. Insulated flexible conductors may be used, provided that they are securely fastened.

7.5.5.2 *Auxiliary circuits*

The design of the auxiliary circuits shall take into account the supply earthing system and ensure that an earth-fault or a fault between a live part and an exposed conductive part shall not cause unintentional dangerous operation.

In general, auxiliary circuits shall be protected against the effects of short circuits. However, a short-circuit protective device shall not be provided if its operation is liable to cause a danger. In such a case, the conductors of auxiliary circuits shall be arranged in such a manner that short circuits would not be expected under normal operating conditions.

7.6 *Switching devices and components installed in ASSEMBLIES*

7.6.1 *Selection of switching devices and components*

Switching devices and components incorporated in ASSEMBLIES shall comply with the relevant IEC standards.

The switching devices and components shall be suitable for the particular application with respect to the external design of the ASSEMBLY (e.g. open type or enclosed), their rated voltages (rated insulation voltage, rated impulse withstand voltage, etc.), rated currents, service life, making and breaking capacities, short-circuit withstand strength, etc.

The switching devices and components having a short-circuit withstand strength and/or a breaking capacity which is insufficient to withstand the stresses likely to occur at the place of installation, shall be protected by means of current-limiting protective devices, for example fuses or circuit-breakers. When selecting current limiting protective devices for built-in switching devices, account shall be taken of the maximum permissible values specified by the manufacturer of the device, having due regard to co-ordination (see 7.5.4).

Co-ordination of switching devices and components, for example co-ordination of motor starters with short-circuit protective devices, shall comply with the relevant IEC standards.

Switching devices and components in a circuit for which a rated impulse withstand voltage is declared by the manufacturer shall not generate switching overvoltages higher than the rated impulse withstand voltage of the circuit and shall not be subjected to switching overvoltages higher than the rated impulse withstand voltage of the circuit. The latter point should be taken into account when selecting switching devices and components for use in a given circuit.

Exemple:

Des appareils de connexion et des constituants ayant une tension assignée de tenue aux chocs $U_{imp} = 4\,000\text{ V}$, une tension assignée d'isolement $U_i = 250\text{ V}$ et une surtension de manoeuvre maximale de $1\,200\text{ V}$ (à une tension d'emploi de 230 V) peuvent être utilisés dans les catégories de surtensions I, II, III et même IV si l'on utilise des moyens appropriés de protection contre les surtensions.

NOTE - Pour la catégorie de surtension, voir 2.9.12 et l'annexe G.

7.6.2 Installation

Les appareils de connexion et les constituants doivent être installés conformément aux instructions de leur constructeur (position d'utilisation, distances à observer pour les arcs électriques ou pour le remplacement des chambres d'extinction d'arcs, etc.).

7.6.2.1 Accessibilité

Les appareils, les unités fonctionnelles, montés sur le même support (platine, cadre), et les bornes pour les conducteurs extérieurs doivent être disposés de manière à être accessibles pour le montage, le câblage, l'entretien et le remplacement. En particulier, il est recommandé que les bornes soient situées au moins à $0,2\text{ m}$ au-dessus de la base des ENSEMBLES montés sur le sol et, de plus, soient placées de façon telle que les conducteurs puissent leur être facilement raccordés.

Les dispositifs de réglage et de réarmement qui doivent être manoeuvrés à l'intérieur de l'ENSEMBLE doivent être facilement accessibles.

En général, pour les ENSEMBLES montés sur le sol, les appareils indicateurs qui ont besoin d'être lus par l'opérateur ne devront pas être placés à une hauteur supérieure à 2 m au-dessus de la base de l'ENSEMBLE. Les organes de commande tels que poignées, boutons-poussoirs, etc., devront être installés à une hauteur telle qu'ils puissent être facilement manoeuvrés: cela signifie qu'en général leur ligne médiane ne devra pas se trouver à une hauteur supérieure à 2 m au-dessus de la base de l'ENSEMBLE.

NOTES

- 1 Il convient que les organes de commande des dispositifs de coupure d'urgence (voir l'article 537-4 de la CEI 364-5-537) soient accessibles à l'intérieur d'une zone entre $0,8\text{ m}$ et $1,6\text{ m}$ au-dessus du plancher de service.
- 2 Il est recommandé que les ENSEMBLES fixés aux murs ou montés sur le sol soient installés à une hauteur au-dessus du plancher de service telle que les prescriptions ci-dessus pour l'accessibilité et les hauteurs de commande soient observées.

7.6.2.2 Influences mutuelles

Les appareils de connexion et les constituants doivent être installés et câblés dans l'ENSEMBLE de telle sorte que leur bon fonctionnement ne soit pas compromis par les influences mutuelles, par exemple: chaleur, arcs, vibrations, champs énergétiques, qui se produisent en service normal. Dans le cas d'ENSEMBLES électroniques, il peut être nécessaire de séparer ou d'isoler par blindage les circuits de commande des circuits de puissance.

Dans le cas d'enveloppes destinées à recevoir des coupe-circuit à fusibles, il convient de prendre spécialement en considération les effets thermiques (voir 7.3). Le constructeur doit indiquer le type et les valeurs assignées des éléments de remplacement à utiliser.

Example:

Switching devices and components having a rated impulse voltage $U_{imp} = 4\,000\text{ V}$, a rated insulation voltage $U_i = 250\text{ V}$ and a maximum switching overvoltage of $1\,200\text{ V}$ (at a rated operational voltage of 230 V) may be used in circuits of overvoltage categories I, II, III or even IV where appropriate overvoltage protective means are used.

NOTE - For overvoltage category, see 2.9.12 and annex G.

7.6.2 Installation

Switching devices and components shall be installed in accordance with the instructions of their manufacturer (position of use, clearances to be observed for electric arcs or for the removal of the arc chute, etc.).

7.6.2.1 Accessibility

The apparatus, functional units mounted on the same support (mounting plate, mounting frame) and the terminals for external conductors shall be so arranged as to be accessible for mounting, wiring, maintenance and replacement. In particular, it is recommended that the terminals are situated at least $0,2\text{ m}$ above the base of floor-mounted ASSEMBLIES and, moreover, are so placed that the cables can be easily connected to them.

Adjusting and resetting devices which have to be operated inside the ASSEMBLY shall be easily accessible.

In general, for floor-mounted ASSEMBLIES, indicating instruments which need to be read by the operator should not be located higher than 2 m above the base of the ASSEMBLY. Operating devices, such as handles, push buttons, etc., should be located at such a height that they can easily be operated; this means that in general their centreline should not be higher than 2 m above the base of the ASSEMBLY.

NOTES

1 Actuators for emergency switching devices (see IEC 364-5-537, clause 537.4) should be accessible within a zone between $0,8\text{ m}$ and $1,6\text{ m}$ above servicing level.

2 It is recommended that wall-mounted and floor-mounted ASSEMBLIES should be installed at such a height with respect to the operating level that the above requirements for accessibility and operating heights are met.

7.6.2.2 Interaction

The switching devices and components shall be installed and wired in the ASSEMBLY in such a manner that its proper functioning is not impaired by interaction, such as heat, arcs, vibrations, fields of energy, which are present in normal operation. In the case of electronic ASSEMBLIES, this may necessitate the separation or screening of monitoring circuits from power circuits.

In the case of enclosures designed to accommodate fuses, special consideration shall be given to thermal effects (see 7.3). The manufacturer shall state the type and rating of the fuse-links to be used.

7.6.2.3 *Ecrans*

Les écrans pour les appareils de connexion à commande manuelle doivent être conçus de telle sorte que les arcs de coupure ne présentent pas de danger pour l'opérateur.

Pour diminuer tout danger lors du remplacement des éléments fusibles, des écrans entre phases doivent être installés, à moins que la structure et l'emplacement des coupe-circuit à fusibles ne rendent cette précaution inutile.

7.6.2.4 *Conditions existant sur le lieu de l'installation*

Les appareils de connexion et les constituants des ENSEMBLES sont choisis sur la base des conditions normales d'emploi de l'ENSEMBLE définies en 6.1 (voir aussi 7.6.2.2).

Quand cela est nécessaire, des précautions appropriées (chauffage, ventilation) doivent être prises pour que les conditions de service essentielles au bon fonctionnement soient maintenues, c'est-à-dire la température minimale pour un fonctionnement correct des relais, des compteurs, des composants électroniques, etc., selon les spécifications les concernant.

7.6.2.5 *Refroidissement*

Les ENSEMBLES peuvent être munis soit d'un système de refroidissement naturel soit d'un système de refroidissement forcé. Si des précautions spéciales sont nécessaires sur le lieu d'installation pour assurer un refroidissement convenable, le constructeur doit fournir les renseignements nécessaires (par exemple indication des distances entre les pièces susceptibles d'empêcher la dissipation de chaleur ou de produire elles-mêmes de la chaleur).

7.6.3 *Parties fixes*

Dans le cas de parties fixes (voir 2.2.6), les connexions des circuits principaux (voir 2.1.2) ne peuvent être établies ou coupées que lorsque l'ENSEMBLE est mis hors tension. En général, l'enlèvement et l'installation de parties fixes exigent l'utilisation d'un outil.

Le sectionnement d'une partie fixe peut nécessiter le sectionnement de tout l'ENSEMBLE ou d'une partie de celui-ci.

Afin d'empêcher un fonctionnement non autorisé, l'appareil de connexion peut être équipé de moyens pour le maintenir dans une ou plusieurs de ses positions.

NOTE - Si, dans certaines conditions, il est permis de travailler sur les circuits sous tension, les précautions de sécurité qui s'imposent devront être prises.

7.6.4 *Parties amovibles et parties débrochables*

7.6.4.1 *Construction*

Les parties amovibles et les parties débrochables doivent être conçues de telle sorte que leur équipement électrique puisse être sectionné du circuit principal ou connecté à celui-ci en toute sécurité tandis que ce circuit est sous tension. Les valeurs minimales des distances d'isolement et des lignes de fuite (voir 7.1.2.1) doivent être respectées dans les différentes positions aussi bien qu'au cours du passage d'une position à une autre.

7.6.2.3 Barriers

Barriers for manual switching devices shall be so designed that the switching arcs do not present a danger to the operator.

To minimize danger when replacing fuse-links, interphase barriers shall be applied unless the design and location of the fuses makes this unnecessary.

7.6.2.4 Conditions existing at site of installation

The switching devices and components for ASSEMBLIES are selected on the basis of the normal service conditions of the ASSEMBLY specified in 6.1 (see also 7.6.2.2).

Where necessary, suitable precautions (heating, ventilation) shall be taken to ensure that the service conditions essential for proper functioning are maintained, for example the minimum temperature for correct operation of relays, meters, electronic components, etc., according to the relevant specifications.

7.6.2.5 Cooling

For ASSEMBLIES both natural and forced cooling may be provided. If special precautions are required at the place of installation to ensure proper cooling, the manufacturer shall furnish the necessary information (for instance, indication of the need for clearances with respect to parts that are liable to impede the dissipation of heat or produce heat themselves).

7.6.3 Fixed parts

In the case of fixed parts (see 2.2.6), the connections of main circuits (see 2.1.2) can only be established or broken when the ASSEMBLY is dead. In general, removal and installation of fixed parts requires the use of a tool.

The disconnection of a fixed part may require the disconnection of the complete ASSEMBLY or part of it.

In order to prevent unauthorized operation, the switching device may be provided with means to secure it in one or more of its positions.

NOTE - If under certain conditions working on the live circuits is allowed, the relevant safety precautions must be respected.

7.6.4 Removable parts and withdrawable parts

7.6.4.1 Design

The removable parts and withdrawable parts shall be so designed that their electrical equipment can be safely disconnected from or connected to the main circuit whilst this circuit is live. Minimum clearances and creepage distances (see 7.1.2.1) shall be complied with in the different positions as well as during transfer from one position to another.

NOTES

- 1 Cela peut exiger l'emploi d'appareils appropriés.
- 2 Il peut être nécessaire de s'assurer que ces manoeuvres ne sont pas effectuées en charge.

Les parties amovibles doivent avoir une position raccordée (voir 2.2.9) et une position retirée (voir 2.2.12).

Les parties débrochables doivent avoir en outre une position de sectionnement (voir 2.2.11) et peuvent avoir une position d'essai (voir 2.2.10) ou une condition d'essai (voir 2.1.9). Ces positions de sectionnement doivent être clairement reconnaissables.

Voir le tableau 6 pour les connexions électriques correspondant aux différentes positions des parties débrochables.

7.6.4.2 Verrouillage et cadenassage des parties débrochables

Sauf spécification contraire, les parties débrochables doivent être munies d'un dispositif assurant que les appareils ne peuvent être retirés et/ou réinsérés que si leur circuit principal a été préalablement ouvert.

Afin d'empêcher toute manoeuvre non autorisée, les parties débrochables peuvent être munies d'un cadenas ou de serrures pour les immobiliser dans une ou plusieurs de leurs positions.

7.6.4.3 Degré de protection

Le degré de protection (voir 7.2.1) indiqué pour les ENSEMBLES s'applique normalement à la position de service (voir 2.2.9) des parties amovibles et/ou débrochables. Si cela est nécessaire, le constructeur doit indiquer le degré de protection obtenu dans les autres positions et pendant le passage entre positions différentes.

Les ENSEMBLES ayant des parties débrochables peuvent être conçus de telle sorte que le degré de protection, s'appliquant à la position de service, soit aussi maintenu dans les positions d'essai et de sectionnement et pendant le passage d'une position à une autre.

Si, après l'enlèvement d'une partie amovible et/ou débrochable, le degré antérieur de protection n'est pas maintenu, un accord doit être conclu au sujet des mesures à prendre pour assurer une protection appropriée. Les renseignements donnés dans le catalogue du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

7.6.4.4 Mode de connexion des circuits auxiliaires

Les circuits auxiliaires peuvent être conçus de telle sorte qu'ils puissent être ouverts avec ou sans l'usage d'outils.

Dans le cas de parties débrochables, la connexion des circuits auxiliaires doit, de préférence, être possible sans utiliser un outil.

NOTES

- 1 This may require the use of proper tools.
- 2 It may be necessary to ensure that these operations are not performed under load.

Removable parts shall have a connected position (see 2.2.9) and a removed position (see 2.2.12).

Withdrawable parts shall have in addition a disconnected position (see 2.2.11) and may have a test position (see 2.2.10), or a test situation (see 2.1.9). They shall be distinctly located in these positions. These positions shall be clearly discernible.

For the electrical conditions for the different positions of withdrawable parts, see table 6.

7.6.4.2 *Interlocking and padlocking of withdrawable parts*

Unless otherwise specified, withdrawable parts shall be fitted with a device which ensures that the apparatus can only be withdrawn and/or re-inserted after its main circuit has been interrupted.

In order to prevent unauthorized operation, withdrawable parts may be provided with means for a padlock or lock to secure them in one or more of their positions.

7.6.4.3 *Degree of protection*

The degree of protection (see 7.2.1) indicated for ASSEMBLIES normally applies to the connected position (see 2.2.9) of the removable and/or withdrawable parts. If required, the manufacturer shall indicate the degree of protection obtained in the other positions and during the transfer between positions.

ASSEMBLIES with withdrawable parts may be so designed that the degree of protection applying to the connected position is also maintained in the test and disconnected positions and during transfer from one position to another.

If, after the removal of a removable and/or withdrawable part, the original degree of protection is not maintained, an agreement shall be reached as to what measures shall be taken to ensure adequate protection. Information given in the manufacturer's catalogue may take the place of such an agreement.

7.6.4.4 *Mode of connection of auxiliary circuits*

Auxiliary circuits may be so designed that they can be opened with or without the use of a tool.

In the case of withdrawable parts, the connection of the auxiliary circuits shall preferably be possible without the use of tools.

Tableau 6 – Raccordements électriques correspondant aux positions des parties débrochables

Circuit	Méthode de raccordement	Position			
		Position raccordée (voir 2.2.9)	Condition/ Position d'essai (voir 2.1.9/2.2.10)	Position de sectionnement (voir 2.2.11)	Position retirée (voir 2.2.12)
Circuit principal d'arrivée	Entrée par prises et fiches ou autres dispo- sitifs de raccordement	—	—	○	○
Circuit principal de départ	Sortie par prises et fiches ou autres dispo- sitifs de raccordement	—	— ¹⁾ ou —	— ou ○ ¹⁾	○
Circuit auxiliaire	Prises et fiches ou autres moyens de raccordement	—	—	○	○
Etat des circuits à l'intérieur des parties débrochables	Sous tension	Sous tension	Sous tension Auxiliaires prêts pour les essais de fonctionnement	Hors tension s'il n'y a pas de tension de retour	○
Etat des bornes de sortie des circuits principaux de l'ENSEMBLE	Sous tension	Sous tension	Sous tension ou hors tension ²⁾	Hors tension s'il n'y a pas de tension de retour	Hors tension s'il n'y a pas de tension de retour
Les prescriptions de 7.4.4 doivent être satisfaites					
La continuité du circuit de terre doit rester conforme au point b) du 7.4.3.1.5 et maintenue jusqu'à ce que la distance de sectionnement soit établie. 1) Dépend de la conception. 2) Si les bornes peuvent être mises sous tension par une autre source comme une alimentation de secours.					

— = raccordé
○ = sectionné (isolé)
— = ouvert, mais pas nécessairement sectionné

Table 6 – Electrical conditions for the different positions of withdrawable parts

Circuits	Method of connection	Position			
		Connected position (See 2.2.9)	Test situation/ position (See 2.1.9/2.2.10)	Disconnected position (See 2.2.11)	Removed position (See 2.2.12)
Incoming main circuit	Incoming line plug and socket or other connection facilities	—	—	○	○
Outgoing main circuit	Outgoing line plug and socket or other connection facilities	—	— or — ¹⁾	— or — ¹⁾	○
Auxiliary circuit	Plug and socket or similar connection facilities	—	—	○	○
Condition of circuits within withdrawable parts		Live	Live Auxiliary circuits ready for operational testing	Dead if no backfeed is present	○
Condition of outgoing ASSEMBLY terminals of main circuits		Live	Live or not disconnected ²⁾	Dead if no backfeed is present	Dead if no backfeed is present
The requirements of 7.4.4 shall be complied with					
Earth continuity shall be in accordance with Item b) of 7.4.3.1.5 and maintained until the isolating distance is established. 1) Depending on design. 2) Depending on the terminals being fed from alternative sources of supply such as a standby supply.					

Earth continuity shall be in accordance with Item b) of 7.4.3.1.5 and maintained until the isolating distance is established.

1) Depending on design.

2) Depending on the terminals being fed from alternative sources of supply such as a standby supply.

— = connected

○ = disconnected (isolated)

— = open, but not necessarily disconnected (isolated)

7.6.5 Identification

7.6.5.1 Identification des conducteurs des circuits principaux et auxiliaires

A l'exception des cas mentionnés en 7.6.5.2, la méthode et les repères d'identification des conducteurs, par exemple par disposition, couleurs ou symboles sur les bornes auxquelles ils sont raccordés, ou sur la ou les extrémités des conducteurs eux-mêmes, relèvent de la responsabilité du constructeur et doivent être conformes aux indications des schémas de câblage et dessins. Lorsqu'ils conviennent, les repères d'identification définis en 5.4 de la CEI 445, et dans la CEI 446, doivent être utilisés.

7.6.5.2 Identification du conducteur de protection (PE)* et du conducteur neutre (N)* des circuits principaux

Le conducteur de protection doit être facile à distinguer par sa forme, son emplacement, son repère ou sa couleur. Si on utilise le repérage par la couleur, celle-ci doit consister en la double coloration vert/jaune. Lorsque le conducteur de protection est un câble isolé à un conducteur, cette identification par la couleur doit être utilisée, de préférence sur toute la longueur.

NOTE - La double coloration vert/jaune d'identification est strictement réservée au conducteur de protection.

Tout conducteur neutre du circuit principal devra être facile à distinguer par sa forme, son emplacement, son repère ou sa couleur. Si on utilise l'identification par la couleur, il est recommandé de choisir une couleur bleu clair.

Les bornes de raccordement des conducteurs de protection extérieurs doivent être marqués conformément à la CEI 445, par exemple avec le symbole graphique  n° 5019 de la CEI 417. Ce symbole n'est pas nécessaire lorsque le conducteur de protection extérieur est raccordé à un conducteur de protection intérieur qui est identifié clairement avec la double coloration vert-et-jaune.

7.6.5.3 Sens de manœuvre et indication des positions de commande

Ils doivent être conformes aux prescriptions s'appliquant aux appareils concernés, si de telles prescriptions existent.

Dans tous les autres cas, appliquer la CEI 447.

7.6.5.4 Voyants lumineux de signalisation et boutons-poussoirs

La CEI 73 donne la couleur des voyants lumineux et des boutons-poussoirs.

7.7 Séparation à l'intérieur d'un ENSEMBLE au moyen d'écrans ou de cloisons

On peut obtenir une ou plusieurs des conditions suivantes en divisant les ENSEMBLES, au moyen de cloisons ou d'écrans (métalliques ou non), en compartiments séparés ou en éléments de colonnes sous écrans:

* L'identification du conducteur PEN est à l'étude.

7.6.5 Identification

7.6.5.1 Identification of the conductors of main and auxiliary circuits

With the exception of the cases mentioned in 7.6.5.2, the method and the extent of identification of conductors, for example by arrangement, colours or symbols, on the terminals to which they are connected or on the end(s) of the conductors themselves, is the responsibility of the manufacturer and it shall be in agreement with the indications on the wiring diagrams and drawings. Where appropriate, the identification according to 5.4 of IEC 445 and IEC 446 shall be applied.

7.6.5.2 Identification of the protective conductor (PE)* and of the neutral conductor (N)* of the main circuits

The protective conductor shall be readily distinguishable by shape, location, marking or colour. If identification by colour is used, it must be green and yellow (twin-coloured). When the protective conductor is an insulated single-core cable, this colour identification shall be used, preferably throughout the whole length.

NOTE - The colour identification green/yellow is strictly reserved for the protective conductor.

Any neutral conductor of the main circuit should be readily distinguishable by shape, location, marking or colour. If identification by colour is used, it is recommended to select a light blue colour.

The terminals for external protective conductors shall be marked according to IEC 445. As an example see graphical symbol  No. 5019 of IEC 417. This symbol is not required where the external protective conductor is intended to be connected to an internal protective conductor which is clearly identified with the colours green-yellow.

7.6.5.3 Direction of operation and indication of switching positions

These must be in agreement with the specifications applicable to the apparatus concerned, if such specifications exist.

For all other cases, IEC 447 applies.

7.6.5.4 Indicator lights and push-buttons

Colours of indicator lights and push-buttons are given in IEC 73.

7.7 Internal separation of ASSEMBLIES by barriers or partitions

One or more of the following conditions can be attained by dividing ASSEMBLIES by means of partitions or barriers (metallic or non-metallic) into separate compartments or barriered sub-sections:

* The identification of the PEN conductor is under consideration.

- protection contre les contacts avec des parties actives appartenant aux unités fonctionnelles adjacentes. Le degré de protection doit être au moins égal à IP2X ou IPXXB;
- limitation du risque d'amorçage de défauts d'arc;

NOTES

- 1 Il convient que les ouvertures entre les compartiments soient telles que les gaz dégagés par le dispositif de protection contre les courts-circuits ne compromettent pas le fonctionnement des unités fonctionnelles dans les compartiments adjacents.
- 2 Les effets d'un arc peuvent être réduits considérablement en utilisant des moyens limitant l'amplitude et la durée du courant de court-circuit.

- protection contre le passage de corps solides étrangers d'une unité d'un ENSEMBLE à une unité adjacente. Le degré de protection doit être au moins égal à IP2X.

Les formes indiquées ci-après sont des formes représentatives de séparation par écrans ou cloisons (voir exemples dans l'annexe D).

Forme 1 Aucune séparation.

Forme 2 Séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles.

Forme 3a Séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles et séparation de toutes les unités fonctionnelles entre elles, non compris leurs bornes pour conducteurs extérieurs. Les bornes pour conducteurs extérieurs n'ont pas besoin d'être séparées des jeux de barres.

Forme 3b Séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles, et séparation de toutes les unités fonctionnelles entre elles. Séparation des bornes pour conducteurs extérieurs des unités fonctionnelles, mais pas entre elles.

Forme 4 Séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles et séparation de toutes les unités fonctionnelles entre elles, y compris les bornes pour conducteurs extérieurs qui font partie intégrante de l'unité fonctionnelle.

La forme de la séparation et des degrés de protection plus élevés doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

7.8 *Liaisons électriques à l'intérieur d'un ENSEMBLE: barres et conducteurs isolés*

7.8.1 *Généralités*

Les connexions des pièces parcourues par le courant ne doivent pas subir de modifications inadmissibles à la suite d'un échauffement normal, du vieillissement des matériaux isolants et des vibrations se produisant en service normal. En particulier, les effets de la dilatation thermique et des couples électrochimiques dans le cas de métaux différents et les effets de la résistance des matériaux aux températures atteintes doivent être pris en considération.

Les connexions entre les pièces parcourues par le courant doivent être établies par des moyens assurant une pression de contact suffisante et durable.

- protection against contact with live parts belonging to the adjacent functional units. The degree of protection shall be at least IP2X or IPXXB;
- limitation of the probability of initiating arc faults;

NOTES

1 Openings between compartments should be such that the gases produced by short-circuit protective devices do not impair the operation of functional units in adjacent compartments.

2 The effects of an arc can be reduced by the use of means limiting the magnitude and duration of the short-circuit current.

- protection against the passage of solid foreign bodies from one unit of an ASSEMBLY to an adjacent unit. The degree of protection shall be at least IP2X.

The following are typical forms of separation by barriers or partitions (for examples, see annex D).

Form 1 No separation.

Form 2 Separation of busbars from the functional units.

Form 3a Separation of busbars from the functional units and separation of all functional units but not of their terminals for external conductors, from one another. The terminals for external conductors need not be separated from the busbars.

Form 3b Separation of busbars from the functional units and separation of all functional units from one another. Separation of the terminals for external conductors from the functional units, but not from each other.

Form 4 Separation of busbars from the functional units and separation of all functional units from one another, including the terminals for external conductors which are an integral part of the functional unit.

The form of separation and higher degrees of protection shall be the subject of an agreement between manufacturer and user.

7.8 *Electrical connections inside an ASSEMBLY : bars and insulated conductors*

7.8.1 *General*

The connections of current-carrying parts shall not suffer undue alteration as a result of normal temperature rise, ageing of the insulating materials and vibrations occurring in normal operation. In particular, the effects of thermal expansion and of the electrolytic action in the case of dissimilar metals, and the effects of the endurance of the materials to the temperatures attained, shall be taken into consideration.

Connections between current-carrying parts shall be established by means which ensure a sufficient and durable contact pressure.

7.8.2 Dimensions et valeurs assignées des jeux de barres et des conducteurs isolés

Le choix des sections de conducteurs à l'intérieur de l'ENSEMBLE relève de la responsabilité du constructeur. En plus du courant admissible, ce choix est guidé par les contraintes mécaniques auxquelles l'ENSEMBLE est soumis par le mode de pose des conducteurs, par le type d'isolation et, s'il y a lieu, par le type des éléments raccordés (par exemple électroniques).

7.8.3 Câblage (voir aussi 7.8.2)

7.8.3.1 Les conducteurs isolés doivent être au moins définis en fonction de la tension assignée d'isolement (voir 4.1.2) du circuit considéré.

7.8.3.2 Les câbles entre deux dispositifs de connexion ne doivent pas avoir de raccordements intermédiaires avec une épissure ou une soudure. Les connexions doivent, dans toute la mesure possible, se faire sur des bornes fixes.

7.8.3.3 Les conducteurs isolés ne doivent pas reposer contre les parties nues sous tension portées à des potentiels différents ni contre des arêtes vives et ils doivent être maintenus convenablement.

7.8.3.4 Les conducteurs d'alimentation des appareils et des instruments de mesure, montés sur des panneaux ou des portes, doivent être disposés de manière qu'aucun dommage mécanique ne puisse advenir aux conducteurs à la suite du mouvement des panneaux ou des portes.

7.8.3.5 Les connexions soudées à des appareils ne sont autorisées dans les ENSEMBLES que dans le cas où les appareils sont prévus pour ce type de connexion.

Lorsque ce matériel est sujet à de fortes vibrations en service normal, les conducteurs (câbles ou fils) raccordés par soudure doivent être fixés mécaniquement par des moyens complémentaires à courte distance du point de soudure.

7.8.3.6 Dans les endroits où se produisent de fortes vibrations en service normal, par exemple sur les dragues et les grues, les navires, les équipements de levage et les locomotives, il convient d'accorder une attention particulière à la fixation des conducteurs. Pour les appareils autres que ceux qui sont mentionnés en 7.8.3.5, les pattes soudées ou les extrémités soudées des conducteurs à âme câblée ne sont pas autorisées dans des conditions de vibrations importantes.

7.8.3.7 De façon générale, on ne doit raccorder qu'un seul conducteur par borne; on ne peut admettre le raccordement de deux ou plusieurs conducteurs à une seule borne que si celle-ci a été conçue à cet effet.

7.9 Prescriptions concernant les circuits d'alimentation des matériels électroniques

Sauf indication contraire stipulée dans les spécifications correspondantes de la CEI concernant les matériels électroniques, on applique les conditions suivantes:

7.8.2 *Dimensions and rating of busbars and insulated conductors*

The choice of cross-sections of conductors inside the ASSEMBLY is the responsibility of the manufacturer. In addition to the current which must be carried, the choice is governed by the mechanical stresses to which the ASSEMBLY is subjected, by the way these conductors are laid, by the type of insulation and, if applicable, by the kind of elements connected (e.g. electronics).

7.8.3 *Wiring (see also 7.8.2).*

7.8.3.1 The insulated conductors shall be rated for at least the rated insulation voltage (see 4.1.2) of the circuit concerned.

7.8.3.2 Cables between two connecting devices shall have no intermediate splices or soldered joints. Connections shall, as far as possible, be made at fixed terminals.

7.8.3.3 Insulated conductors shall not rest against bare live parts at different potentials or sharp edges and shall be adequately supported.

7.8.3.4 Supply leads to apparatus and measuring instruments in covers or doors shall be so installed that no mechanical damage can occur to the conductors as a result of movement of these covers or doors.

7.8.3.5 Soldered connections to apparatus shall be permitted in ASSEMBLIES only in cases where provision is made for this type of connection on the apparatus.

Where this equipment is subject to heavy vibration during normal operation, soldered cables or wire connections shall be mechanically secured by supplementary means at a short distance from the soldered joint.

7.8.3.6 In locations where heavy vibrations exist during normal operation, for example in the case of dredger and crane operation, operation on board of ships, lifting equipment and locomotives, attention should be given to the support of the conductors. For apparatus other than those mentioned in 7.8.3.5, soldering cable lugs or soldered ends of stranded conductors are not acceptable under conditions of heavy vibration.

7.8.3.7 Generally only one conductor should be connected to a terminal: the connection of two or more conductors to one terminal is permissible only in those cases where the terminals are designed for this purpose.

7.9 *Requirements for electronic equipment supply circuits*

Unless otherwise specified in the relevant IEC specifications for electronic equipment, the following requirements apply.

7.9.1 Variations de la tension d'entrée*

1) La plage de tension d'alimentation par accumulateur est égale à la tension d'alimentation assignée $\pm 15\%$.

NOTE - Cette plage ne comprend pas la plage de tensions supplémentaires demandée pour la charge des accumulateurs.

2) La plage de la tension continue d'alimentation est obtenue par redressement de la tension alternative d'alimentation (voir point 3).

3) La plage de tensions alternatives d'alimentation est égale à la tension assignée d'entrée $\pm 10\%$.

4) Si une tolérance plus grande est nécessaire, elle doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

7.9.2 Surtensions*

Les surtensions d'alimentation sont précisées sur la figure 1. Cette figure s'applique aux surtensions périodiques en tant qu'écart sur la valeur de crête de la tension assignée dans le domaine de courte durée. Les ENSEMBLES doivent être conçus de façon à pouvoir fonctionner avec des surtensions de valeurs inférieures à celles de la courbe 1.

S'il se produit des surtensions de valeurs comprises entre celles des courbes 1 et 2, le fonctionnement peut être interrompu par l'action d'un dispositif protégeant l'ENSEMBLE, aucun dommage ne devant être causé à l'ENSEMBLE jusqu'à une valeur de crête de la tension égale à $2 U + 1\,000\text{ V}$.

NOTES

1 Les durées transitoires inférieures à 1 ms sont à l'étude.

2 Les surtensions supérieures à celles indiquées ci-dessus sont supposées être limitées par des moyens appropriés.

3 Voir aussi la CEI 158-2.

* En conformité avec la CEI 146-2.

7.9.1 *Input voltage variations**

- 1) Supply voltage range for battery sources equal to the rated supply voltage $\pm 15\%$.

NOTE - This range does not include the additional voltage range required for charging batteries.

- 2) Range of the input direct voltage which is obtained by rectification of the alternating supply voltage (see item 3).

- 3) Supply voltage range for a.c. sources equal to the rated input voltage $\pm 10\%$.

- 4) If a wider tolerance is necessary this is subject to agreement between manufacturer and user.

7.9.2 *Overvoltages**

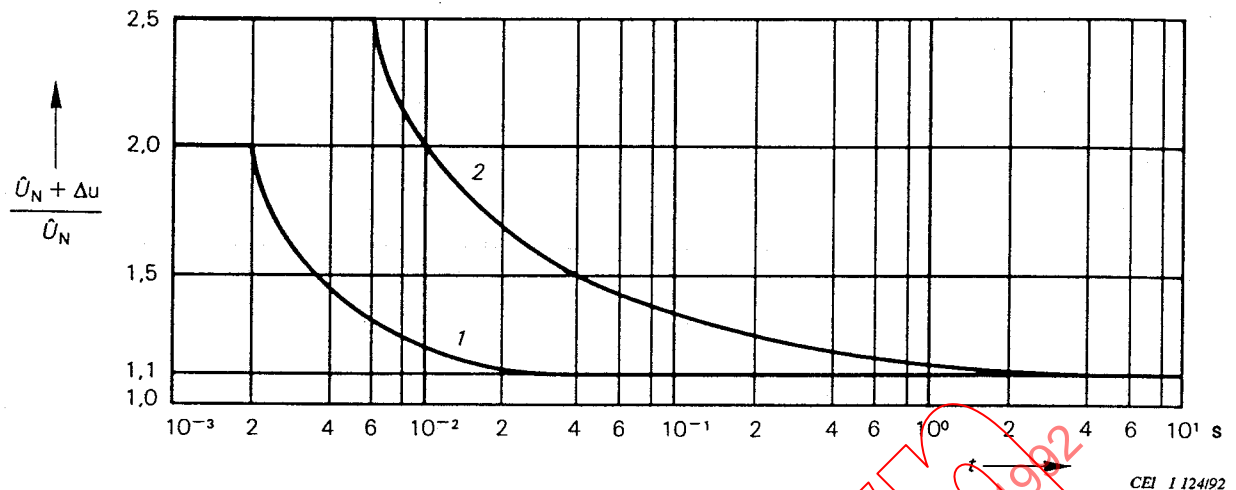
Supply overvoltages are specified in figure 1. This figure applies to the non-periodic overvoltages as a deviation from the rated peak value within the short-time range. The ASSEMBLIES shall be so designed that their service ability in the case of overvoltages below the values represented by curve 1 is ensured.

If overvoltages occur within the range between curves 1 and 2, the operation may be interrupted by the response of protective devices safeguarding the ASSEMBLY, no damage to the ASSEMBLY being allowed to occur up to peak value of a voltage $2 U + 1\,000\text{ V}$.

NOTES

- 1 Transient durations less than 1 ms are under consideration.
- 2 Higher overvoltages than those given above are assumed to be limited by appropriate measures.
- 3 See also IEC 158-2.

* In compliance with IEC 146-2.



$\hat{U}_N$ = valeur sinusoïdale de crête de la tension nominale du réseau
 Δu = tension de crête aperiodique superposée
 t = temps

Figure 1 - Rapport $\frac{\hat{U}_N + \Delta u}{\hat{U}_N}$ en fonction du temps

7.9.3 Forme d'onde*

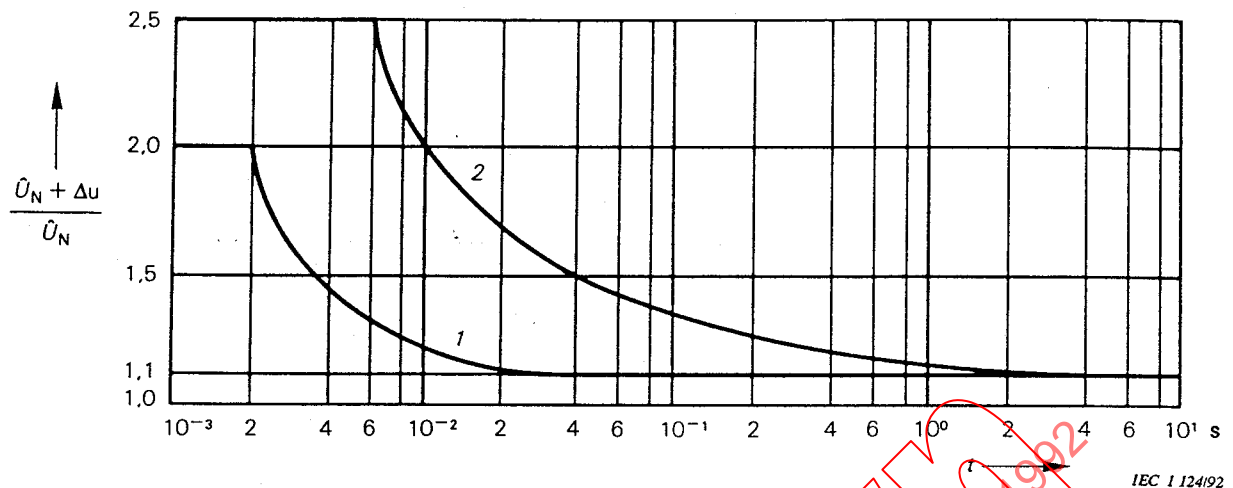
Les harmoniques des tensions d'entrée alternatives d'alimentation des ENSEMBLES comprenant des matériels électroniques sont limitées comme suit:

- 1) le résidu relatif ne doit pas dépasser 10 %, c'est-à-dire que la teneur relative en fondamentale est $\geq 99,5$ %;
- 2) les composantes harmoniques ne sont pas supérieures aux valeurs indiquées sur la figure 2;

NOTES

- 1 Le sous-ensemble est supposé être débranché et l'impédance interne de la source d'alimentation est, en principe, spécifiée dans l'accord passé entre le constructeur et l'utilisateur, si cette impédance a une valeur appréciable.
- 2 Les mêmes valeurs sont conseillées pour l'électronique de commande et de contrôle.
- 3) la plus haute valeur périodique momentanée de la tension d'alimentation alternative ne doit pas être supérieure à 20 % au-dessus de la valeur de crête de la fondamentale.

* En conformité avec la CEI 146-2.



$\hat{U}_N$ = sinusoidal peak value of nominal system voltage
 Δu = superimposed non-periodic peak voltage
 t = time

Figure 1 - Ratio $\frac{\hat{U}_N + \Delta u}{\hat{U}_N}$ as a function of time

7.9.3 Waveform*

Harmonics of the input alternating voltage supplying ASSEMBLIES incorporating electronic equipment are restricted in the following limits:

- 1) relative harmonic content shall not exceed 10 %, i.e. a relative fundamental content $\geq 99,5$ %.
- 2) harmonic components shall not exceed the values given in figure 2;

NOTES

- 1 The sub-assembly is assumed to be disconnected and the internal impedance of the supply source should be specified in agreement between manufacturer and user, if this impedance is of significant value.
- 2 The same values are indicated for electronic control and monitoring.
- 3) the highest periodic momentary value of the a.c. supply voltage is not more than 20 % above the peak value of the fundamental.

* In accordance with IEC 146-2.

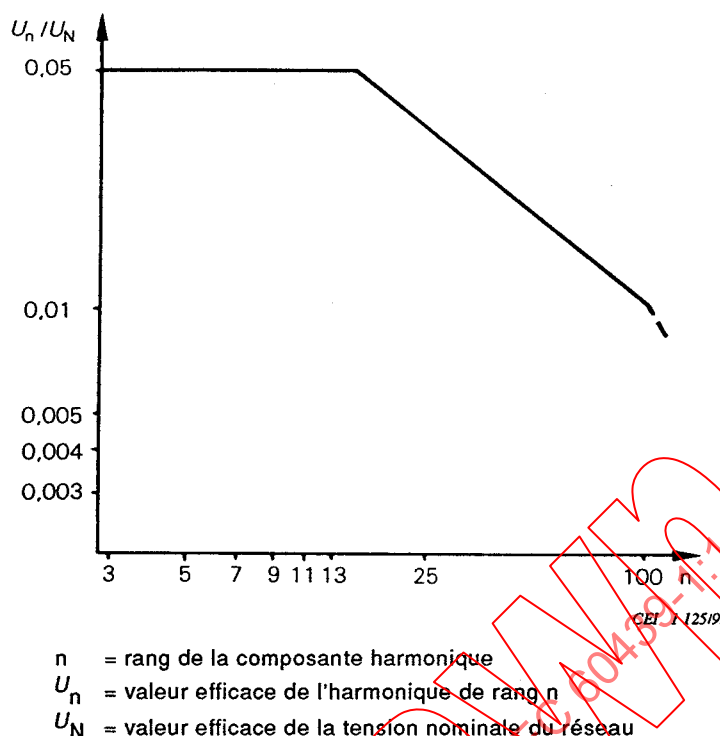


Figure 2 - Composante harmonique maximale autorisée de la tension nominale du réseau

7.9.4 Variations temporaires de la tension et de la fréquence

Les appareils doivent fonctionner sans dommage lors de variations temporaires dans les conditions suivantes:

- Chutes de tension ne dépassant pas 15 % de la tension assignée et de durées non supérieures à 0,5 s.
- Variation de la fréquence d'alimentation inférieure ou égale à ± 1 % de la fréquence assignée. Si une tolérance plus large est nécessaire, elle fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.
- La durée maximale admissible d'une interruption de la tension d'alimentation d'un matériel doit être indiquée par le constructeur.

7.10 Compatibilité électromagnétique

7.10.1 ENSEMBLES n'incorporant pas d'appareillage électronique

7.10.1.1 Immunité

Les ensembles n'incorporant pas d'appareillage électronique ne sont pas sensibles aux perturbations électromagnétiques normales, et c'est pourquoi aucun essai d'immunité n'est nécessaire.

7.10.1.2 Emission

Les perturbations électromagnétiques peuvent seulement être générées par des ensembles lors de coupures occasionnelles et sont limitées aux surtensions de coupure, dont la durée est en millisecondes et dont l'amplitude reste inférieure à la tension de tenue aux chocs du ou des circuits auxquels ils appartiennent. C'est pourquoi les exigences sur l'émission électromagnétique sont considérées comme satisfaites, et aucune vérification n'est nécessaire.

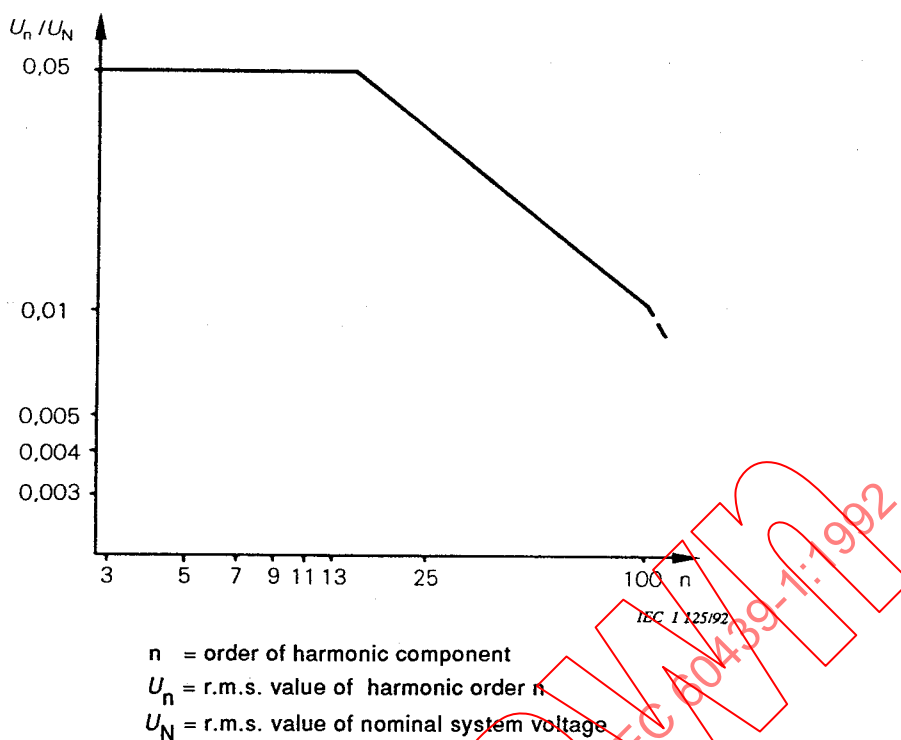


Figure 2 - Maximum permitted harmonic component of the nominal system voltage

7.9.4 Temporary variations in voltage and frequency

The equipment shall operate without damage when there are temporary variations in the following conditions:

- a) Voltage drops not exceeding 15 % of rated voltage for periods not longer than 0,5 s.
- b) Supply frequency deviation of up to ± 1 % of rated frequency. If a wider tolerance is necessary, this is subject to agreement between manufacturer and user.
- c) The maximum admissible duration of an interruption of the supply voltage for equipment shall be indicated by the manufacturer.

7.10 Electromagnetic compatibility

7.10.1 ASSEMBLIES not incorporating electronic equipment

7.10.1.1 Immunity

Assemblies not incorporating electronic equipment are not sensitive to normal electromagnetic disturbances, and therefore no immunity tests are required.

7.10.1.2 Emission

Electromagnetic disturbances can only be generated by assemblies during occasional switching operations and are limited to switching overvoltages the duration of which is measured in milliseconds and the magnitude of which does not exceed the rated impulse withstand voltage of the relevant circuit(s). Therefore the requirements for electromagnetic emission are deemed to be satisfied and no verification is necessary.

7.10.2 ENSEMBLES incorporant de l'appareillage électronique

L'appareillage électronique incorporé dans les ENSEMBLES doit satisfaire aux exigences d'immunité et d'émission des normes CEI correspondantes.

8 Prescriptions concernant les essais

8.1 Classification des essais

Les essais destinés à vérifier les caractéristiques d'un ENSEMBLE comprennent:

- des essais de type (voir 8.1.1 et 8.2);
- des essais individuels (voir 8.1.2 et 8.3).

Le constructeur doit, sur demande, préciser les bases de ces vérifications.

NOTE - Les vérifications et les essais à effectuer sur les ES et les EDS sont indiqués dans le tableau 7.

8.1.1 Essais de type (voir 8.2)

Les essais de type sont destinés à vérifier la conformité aux prescriptions exposées dans la présente norme pour un type donné d'ENSEMBLE.

Les essais de type seront effectués sur un échantillon d'un tel ENSEMBLE ou sur des parties d'ENSEMBLES fabriquées d'après le même plan ou d'après des plans semblables.

Ils doivent être effectués à l'initiative du constructeur.

Les essais de type comprennent:

- a) la vérification des limites d'échauffement (8.2.1);
- b) la vérification des propriétés diélectriques (8.2.2);
- c) la vérification de la tenue aux courts-circuits (8.2.3);
- d) la vérification de l'efficacité du circuit de protection (8.2.4);
- e) la vérification des distances d'isolement et des lignes de fuite (8.2.5);
- f) la vérification du fonctionnement mécanique (8.2.6);
- g) la vérification du degré de protection (8.2.7).

Ces essais peuvent être effectués dans n'importe quel ordre et/ou sur différents échantillons du même type.

Si des modifications sont apportées aux constituants de l'ENSEMBLE, de nouveaux essais de type ne doivent être effectués que dans la mesure où de telles modifications sont de nature à affecter, d'une manière défavorable, les résultats de ces essais.

8.1.2 Essais individuels (voir 8.3)

Les essais individuels sont destinés à détecter les défauts affectant les matériaux et la fabrication. Ils sont effectués sur tout nouvel ENSEMBLE après son montage ou sur chaque unité de transport. Aucun autre essai individuel sur le lieu d'installation n'est nécessaire.

7.10.2 ASSEMBLIES incorporating electronic equipment

Electronic equipment incorporated in ASSEMBLIES shall comply with the immunity and emission requirements of the relevant IEC standard(s).

8 Test specifications

8.1 Classification of tests

The tests to verify the characteristics of an ASSEMBLY include:

- type tests (see 8.1.1 and 8.2)
- routine tests (see 8.1.2 and 8.3).

The manufacturer shall, on request, specify the basis for the verifications.

NOTE - Verifications and tests to be performed on TTA and PTTA are listed in table 7.

8.1.1 Type tests (see 8.2)

Type tests are intended to verify compliance with the requirements laid down in this standard for a given type of ASSEMBLY.

Type tests will be carried out on a sample of such an ASSEMBLY or on such parts of ASSEMBLIES manufactured to the same or a similar design.

They shall be carried out on the initiative of the manufacturer.

Type tests include:

- a) verification of temperature-rise limits (8.2.1);
- b) verification of the dielectric properties (8.2.2);
- c) verification of the short-circuit withstand strength (8.2.3);
- d) verification of the effectiveness of the protective circuit (8.2.4);
- e) verification of clearances and creepage distances (8.2.5);
- f) verification of mechanical operation (8.2.6);
- g) verification of the degree of protection (8.2.7).

These tests may be carried out in any order and/or on different samples of the same type.

If modifications are made to the components of the ASSEMBLY, new type tests have to be carried out only in so far as such modifications are likely to adversely affect the results of these tests.

8.1.2 Routine tests (see 8.3)

Routine tests are intended to detect faults in materials and workmanship. They are carried out on every new ASSEMBLY after its assembly or on each transport unit. Another routine test at the place of installation is not required.

Les ENSEMBLES qui sont montés à partir de constituants normalisés en dehors des ateliers du constructeur de ces constituants, en utilisant exclusivement des pièces et des accessoires spécifiés ou fournis par le constructeur dans ce but, doivent être soumis à un essai individuel par l'établissement qui a assemblé l'ENSEMBLE.

Les essais individuels comportent:

- a) l'inspection de l'ENSEMBLE y compris de la filerie et, si cela est nécessaire, un essai de fonctionnement électrique (8.3.1);
- b) un essai diélectrique (8.3.2);
- c) une vérification des mesures de protection et de la continuité électrique du circuit de protection (8.3.3).

Ces essais peuvent être effectués dans n'importe quel ordre.

NOTE - Le fait que les essais individuels sont effectués dans les ateliers du constructeur ne libère pas l'établissement installant l'ENSEMBLE de l'obligation de le vérifier après son transport et son installation.

8.1.3 *Essais des appareils et des constituants indépendants incorporés dans l'ENSEMBLE*

Ni les essais de type, ni les essais individuels ne sont exigés pour les appareils et les constituants indépendants incorporés dans l'ENSEMBLE lorsqu'ils ont été choisis conformément au 7.6.1 et installés conformément aux instructions du constructeur.

8.2 *Essais de type*

8.2.1 *Vérification des limites d'échauffement*

8.2.1.1 *Généralités*

L'essai d'échauffement est prévu pour vérifier que les limites d'échauffement spécifiées en 7.3 pour les différentes pièces de l'ENSEMBLE ne sont pas dépassées.

L'essai doit normalement être effectué aux valeurs du courant assigné conformément au 8.2.1.3 avec les appareils de l'ENSEMBLE installés.

L'essai peut être effectué à l'aide de résistances chauffantes de puissance dissipée équivalente conformément à 8.2.1.4.

Il est permis d'essayer des pièces individuelles (panneaux, coffrets, enveloppes, etc.) de l'ENSEMBLE (voir 8.2.1.2), pourvu que des précautions convenables soient prises pour rendre l'essai représentatif.

L'essai d'échauffement sur les circuits individuels doit être fait avec le type de courant pour lequel ils sont conçus et à la fréquence prévue. Les tensions d'essai utilisées doivent être telles qu'un courant égal au courant déterminé selon 8.2.1.3 passe dans les circuits. Les bobines des relais, des contacteurs, des déclencheurs, etc., doivent être alimentées à la tension assignée.

Les ENSEMBLES ouverts n'ont pas besoin d'être soumis à l'essai d'échauffement s'il ressort clairement des essais de type effectués sur les parties individuelles ou de la dimension des conducteurs et de la disposition des appareils qu'il n'y aura pas d'échauffement excessif et qu'aucun dommage ne sera causé à l'équipement connecté à l'ENSEMBLE ni aux pièces adjacentes en matière isolante.

ASSEMBLIES which are assembled from standardized components outside the works of the manufacturer of these components, by the exclusive use of parts and accessories specified or supplied by the manufacturer for this purpose, shall be routine-tested by the firm which has assembled the ASSEMBLY.

Routine tests include:

- a) inspection of the ASSEMBLY including inspection of wiring and, if necessary, electrical operation test (8.3.1);
- b) dielectric test (8.3.2);
- c) checking of protective measures and of the electrical continuity of the protective circuit (8.3.3).

These tests may be carried out in any order.

NOTE - The performance of the routine tests at the manufacturer's works does not relieve the firm installing the ASSEMBLY of the duty of checking it after transport and installation.

8.1.3 *Testing of devices and self-contained components incorporated in the ASSEMBLY*

Type tests or routine tests are not required to be carried out on devices and self-contained components incorporated in the assembly when they have been selected in accordance with 7.6.1 and installed in accordance with the instructions of the manufacturer.

8.2 *Type tests*

8.2.1 *Verification of temperature-rise limits*

8.2.1.1 *General*

The temperature-rise test is designed to verify that the temperature-rise limits specified in 7.3 for the different parts of the ASSEMBLY are not exceeded.

The test shall normally be carried out at the values of rated current in accordance with 8.2.1.3, with the apparatus of the ASSEMBLY installed.

The test may be carried out with the aid of heating resistors of an equivalent power loss in accordance with 8.2.1.4.

It is permissible to test individual parts (panels, boxes, enclosures, etc.) of the ASSEMBLY (see 8.2.1.2), provided proper precautions are taken to make the test representative.

The temperature-rise test on the individual circuits shall be made with the type of current for which they are intended, and at the design frequency. The test voltages used shall be such that a current equal to the current determined according to 8.2.1.3 flows through the circuits. Coils of relays, contactors, releases, etc., shall be supplied with rated voltage.

Open-type ASSEMBLIES need not be subjected to the temperature-rise test if it is obvious from type tests on the individual parts or from the size of the conductors and from the arrangement of the apparatus that there will be no excessive temperature rise and that no damage will be caused to the equipment connected to the ASSEMBLY, and to adjacent parts of insulating material.

Tableau 7 - Liste des vérifications et des essais à exécuter sur les ES et les EDS

N°	Caractéristiques à vérifier	Paragraphes	ES	EDS
1	Limites d'échauffement	8.2.1	Essai de type: Vérification des limites d'échauffement	Vérification des limites d'échauffement ou extrapolation à partir d'ENSEMBLES satisfaisant aux essais de type
2	Propriétés diélectriques	8.2.2	Essai de type: Vérification des propriétés diélectriques	Vérification des propriétés diélectriques conformément à 8.2.2 ou 8.3.2, ou vérification de la résistance d'isolation conformément à 8.3.4 (voir n° 11)
3	Tenue aux courts-circuits	8.2.3	Essai de type: Vérification de la tenue aux courts-circuits	Vérification de la tenue aux courts-circuits ou extrapolation à partir de dispositifs similaires satisfaisant aux essais de type
4	Efficacité du circuit de protection	8.2.4		
	Connexion réelle entre les parties conductrices de l'ENSEMBLE et le circuit de protection	8.2.4.1	Essai de type: Vérification de la connexion réelle entre les parties conductrices de l'ENSEMBLE et le circuit de protection par examen ou par mesure de la résistance	Vérification de la connexion réelle entre l'ENSEMBLE et le circuit de protection par examen ou par mesure de la résistance
	Tenue aux courts-circuits du circuit de protection	8.2.4.2	Essai de type: Vérification de la tenue aux courts-circuits du circuit de protection	Vérification de la tenue aux courts-circuits du circuit de protection par un essai ou par une étude appropriée de la disposition du conducteur de protection (voir 7.4.3.1.1, dernier alinéa)
5	Distances d'isolement et lignes de fuite	8.2.5	Essai de type: Vérification des distances d'isolement et des lignes de fuite	Vérification des distances d'isolement et des lignes de fuite
6	Fonctionnement mécanique	8.2.6	Essai de type: Vérification du fonctionnement mécanique	Vérification du fonctionnement mécanique
7	Degré de protection	8.2.7	Essai de type: Vérification du degré de protection	Vérification du degré de protection

Table 7 - List of verifications and tests to be performed on TTA and PTТА

No.	Characteristics to be checked	Subclauses	TTA	PTТА
1	Temperature-rise limits	8.2.1	Verification of temperature-rise limits by test (type test)	Verification of temperature-rise limits by test or extrapolation from type-tested ASSEMBLIES
2	Dielectric properties	8.2.2	Verification of dielectric properties by test (type test)	Verification of dielectric properties by test according to 8.2.2 or 8.3.2, or verification of insulation resistance according to 8.3.4 (see No. 11)
3	Short-circuit withstand strength	8.2.3	Verification of the short-circuit withstand strength by test (type test)	Verification of the short-circuit withstand strength by test or by extrapolation from similar type-tested arrangements
4	Effectiveness of the protective circuit	8.2.4		
	Effective connection between the exposed conductive parts of the ASSEMBLY and the protective circuit	8.2.4.1	Verification of the effective connection between the exposed conductive parts of the ASSEMBLY and the protective circuit by inspection or by resistance measurement (type test)	Verification of the effective connection between the exposed conductive parts of the ASSEMBLY and the protective circuit by inspection or by resistance measurement
	Short-circuit withstand strength of the protective circuit	8.2.4.2	Verification of the short-circuit withstand strength of the protective circuit by test (type test)	Verification of the short-circuit withstand strength of the protective circuit by test or appropriate design and arrangement of the protective conductor (see 7.4.3.1.1, last paragraph)
5	Clearances and creepage distances	8.2.5	Verification of clearances and creepage distances (type test)	Verification of clearances and creepage distances
6	Mechanical operation	8.2.6	Verification of mechanical operation (type test)	Verification of mechanical operation
7	Degree of protection	8.2.7	Verification of the degree of protection (type test)	Verification of the degree of protection

Tableau 7 (suite)

N°	Caractéristiques à vérifier	Paragraphes	ES	EDS
8	Câblage, fonctionnement électrique	8.3.1	Essai individuel: Inspection de l'ENSEMBLE comprenant l'examen des câbles, et, en cas de nécessité un essai de fonctionnement électrique	Inspection de l'ENSEMBLE comprenant l'examen des câbles, et, en cas de nécessité, un essai de fonctionnement électrique
9	Isolement	8.3.2	Essai individuel: Essai diélectrique	Essai diélectrique ou vérification de la résistance d'isolement conformément au 8.3.4 (voir n° 11)
10	Mesures de protection	8.3.3	Essai individuel: Vérification des mesures de protection et de la continuité électrique des circuits de protection	Vérification des mesures de protection
11	Résistance d'isolement	8.3.4		Vérification de la résistance d'isolement sauf si l'essai du 8.2.2 ou du 8.3.2 a été effectué (voir n° 2 et n° 9)

La vérification des limites d'échauffement des EDS doit être effectuée:

- soit par un essai conformément à 8.2.1;
- soit par extrapolation.

NOTE - Un exemple de méthode d'extrapolation est donné dans la CEI 890.

8.2.1.2 Disposition de l'ENSEMBLE

L'ENSEMBLE doit être disposé comme pour l'usage normal avec tous les panneaux, etc., en place.

Lorsqu'on fait l'essai de pièces individuelles ou d'unités de construction, il est nécessaire que les panneaux ou unités adjacents produisent les mêmes conditions de température qu'en service normal. Des résistances chauffantes peuvent être utilisées.

8.2.1.3 Essai d'échauffement, tous les appareils étant parcourus par le courant

L'essai doit être fait sur une ou plusieurs combinaisons représentatives choisies, pour lesquelles l'ENSEMBLE est prévu, afin d'obtenir avec une précision raisonnable l'échauffement le plus élevé possible.

Table 7 (continued)

Nos.	Characteristics to be checked	Subclauses	TTA	PTTA
8	Wiring, electrical operation	8.3.1	Inspection of the ASSEMBLY including inspection of wiring and, if necessary, electrical operation test (routine test)	Inspection of the ASSEMBLY including inspection of wiring and, if necessary, electrical operation test
9	Insulation	8.3.2	Dielectric test (routine test)	Dielectric test or verification of insulation resistance according to 8.3.4 (see No. 11)
10	Protective measures	8.3.3	Checking of protective measures and of the electrical continuity of the protective circuits (routine test)	Checking of protective measures
11	Insulation resistance	8.3.4		Verification of insulation resistance unless test according to 8.2.2 or 8.3.2 has been made (see Nos. 2 and 9)

The verification of temperature-rise limits for PT TA shall either be made:

- by test in accordance with 8.2.1, or
- by extrapolation.

NOTE - An example of a method of extrapolation is given in IEC 890.

8.2.1.2 Arrangement of the ASSEMBLY

The ASSEMBLY shall be arranged as in normal use, with all covers, etc., in place.

When testing individual parts or constructional units, the adjoining parts or constructional units shall produce the same temperature conditions as in normal use. Heating resistors may be used.

8.2.1.3 Temperature-rise test using current on all apparatus

The test shall be made on one or more representative combinations of circuits for which the ASSEMBLY is designed so chosen as to obtain with reasonable accuracy the highest possible temperature rise.

Pour cet essai, chaque circuit est parcouru par son courant assigné (voir 4.2) multiplié par le facteur de diversité (voir 4.7). Si l'ENSEMBLE comporte des coupe-circuit à fusibles, ceux-ci doivent être munis, pour l'essai, d'éléments de remplacement du type prescrit par le constructeur. Les puissances dissipées dans les éléments de remplacement utilisés pour l'essai doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

Les dimensions et la disposition des conducteurs extérieurs utilisés pour l'essai doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

L'essai doit être effectué pendant une durée suffisante n'excédant pas normalement 8 h pour que l'échauffement atteigne une valeur constante. Pratiquement, cette condition est remplie lorsque la variation n'excède pas 1 K/h.

NOTES

- 1 Pour abréger l'essai, si les appareils le permettent, on peut augmenter le courant pendant la première partie de l'essai et revenir ensuite au courant spécifié par l'essai.
- 2 Quand un électro-aimant de commande est alimenté pendant l'essai, la température doit être mesurée lorsque l'équilibre thermique est atteint aussi bien dans le circuit principal que dans l'électro-aimant de commande.
- 3 Dans tous les cas, l'emploi du courant alternatif monophasé pour l'essai des ENSEMBLES multiphasés n'est permis que si les effets sont assez faibles pour être négligés. Il convient que ce point soit examiné avec soin pour les courants supérieurs à 400 A.

En l'absence d'informations détaillées au sujet des conducteurs extérieurs et des conditions d'emploi, la section des conducteurs d'essai extérieurs doit être comme indiqué ci-après:

8.2.1.3.1 Pour des valeurs de courant d'essai inférieures ou égales à 400 A:

- a) les conducteurs doivent être des câbles de cuivre ou des fils isolés unipolaires, dont les sections sont données dans le tableau 8;
- b) autant que possible les conducteurs doivent être à l'air libre;
- c) la longueur minimale de chaque connexion temporaire de borne à borne doit être de:
 - 1 m pour les sections inférieures ou égales à 35 mm²,
 - 2 m pour les sections supérieures à 35 mm².

Tableau 8 - Sections normales des conducteurs de cuivre correspondant au courant d'essai

Domaine du courant d'essai ¹⁾ A	0 7,9	7,9 15,9	15,9 22	22 30	30 39	39 54	54 72	72 93	93 117	117 147	147 180	180 216	216 250	250 287	287 334	334 400
S mm ²	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Valeurs du courant assigné ²⁾ A	6	8 10 12	16 20	25	32	40 50	63	80	100	125	160	200	250	-	315	400

¹⁾ La valeur du courant doit être supérieure à la valeur de la première ligne et inférieure ou égale à la valeur de la seconde ligne.

²⁾ Ces valeurs sont celles des courants normaux recommandés et sont données uniquement à titre de référence.

For this test, each circuit is loaded with its rated current (see 4.2) multiplied by the diversity factor (see 4.7). If the ASSEMBLY includes fuses, these shall be fitted for the test with fuse-links as specified by the manufacturer. The power losses of the fuse-links used for the test shall be stated in the test report.

The size and the disposition of external conductors used for the test shall be stated in the test report.

The test shall be made for a time sufficient for the temperature rise to reach a constant value (normally not exceeding 8 h). In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 K/h.

NOTES

- 1 To shorten the test, if the devices allow it, the current may be increased during the first part of the test, it being reduced to the specified test current afterwards.
- 2 When a control electro-magnet is energized during the test, the temperature shall be measured when thermal equilibrium is reached in both the main circuit and the control electro-magnet.
- 3 In all cases, the use of single-phase a.c. current for testing multi-phase ASSEMBLIES is only permissible if magnetic effects are small enough to be neglected. This requires careful consideration especially for currents above 400 A.

In the absence of detailed information concerning the external conductors and the service conditions, the cross-section of the external test conductors shall be as follows:

8.2.1.3.1 For values of test current up to and including 400 A:

- a) the conductors shall be single-core copper cables or insulated wires with cross-sectional areas as given in table 8;
- b) as far as practicable the conductors shall be in free air;
- c) the minimum length of each temporary connection from terminal to terminal shall be:
 - 1 m for cross-sections up to and including 35 mm²;
 - 2 m for cross-sections larger than 35 mm².

Table 8 - Standard cross-sections of copper conductors corresponding to the test current

Range of test current ¹⁾ A	0 7,9	7,9 15,9	15,9 22	22 30	30 39	39 54	54 72	72 93	93 117	117 147	147 180	180 216	216 250	250 287	287 334	334 400
S mm ²	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Values of the rated current ²⁾ A	6	8 10 12	16 20	25 32	40 50	63	80	100	125	160	200	250	-	315	400	

¹⁾ The value of current shall be greater than the value in the first line and less than or equal to the value in the second line.

²⁾ These are standard recommended currents and are given for reference purposes only.

8.2.1.3.2 Pour des valeurs de courant d'essai supérieures à 400 A mais ne dépassant pas 800 A:

- a) Les conducteurs doivent être des câbles de cuivre unipolaires à isolation en PVC dont les sections sont données dans le tableau 9 ou des barres de cuivre équivalentes indiquées dans le tableau 9, selon les recommandations du constructeur.
- b) Les câbles ou les barres de cuivre doivent être espacés approximativement de la distance existant entre les bornes. Les barres de cuivre doivent avoir une finition noire mate. Les câbles multiples en parallèle sur une borne doivent être groupés ensemble et espacés les uns des autres dans l'air d'environ 10 mm. Les barres multiples en cuivre, relatives à une même borne, doivent être séparées les unes des autres d'une distance égale à leur épaisseur. Si les dimensions indiquées pour les barres ne conviennent pas aux bornes ou ne sont pas disponibles, il est permis d'employer d'autres barres ayant à peu près les mêmes sections et des surfaces de refroidissement à peu près égales ou inférieures. Les câbles ou les barres de cuivre ne doivent pas être permutés.
- c) Pour des essais monophasés ou polyphasés, la longueur minimale de chaque connexion temporaire à l'alimentation d'essai doit être de 2 m. La longueur minimale au point commun peut être réduite à 1,2 m.

8.2.1.3.3 Pour des valeurs de courant d'essai supérieures à 800 A mais ne dépassant pas 3 150 A:

- a) Les conducteurs doivent être des barres de cuivre aux dimensions indiquées dans le tableau IX sauf si l'ENSEMBLE est conçu seulement pour un raccordement par câbles. Dans ce cas, la taille et la disposition des câbles doivent être réalisées comme le spécifie le constructeur.
- b) Les barres de cuivre doivent être espacées approximativement de la distance existant entre les bornes. Les barres de cuivre doivent avoir une finition noire mate. Les barres multiples en cuivre relatives à une même borne doivent être séparées les unes des autres d'une distance égale à leur épaisseur. Si les dimensions indiquées pour les barres ne conviennent pas aux bornes ou ne sont pas disponibles, il est permis d'employer d'autres barres ayant à peu près les mêmes sections et des surfaces de refroidissement à peu près égales ou inférieures. Les barres de cuivre ne doivent pas être permutées.
- c) Pour les essais monophasés ou polyphasés, la longueur minimale de chaque connexion temporaire à l'alimentation d'essai doit être de 3 m, mais elle peut être réduite à 2 m pourvu que l'échauffement à l'extrémité de la connexion ne soit pas inférieur de plus de 5 K à celui du milieu de la connexion. La longueur minimale du raccordement au point commun doit être de 2 m.

8.2.1.3.2 For values of test current higher than 400 A but not exceeding 800 A:

- a) The conductors shall be single-core, PVC insulated, copper cables with cross-sectional areas as given in table 9, or the equivalent copper bars given in table 9 as recommended by the manufacturer.
- b) Cables or copper bars shall be spaced at approximately the distance between terminals. Copper bars shall be finished matt black. Multiple parallel cables per terminal shall be bunched together and arranged with approximately 10 mm air space between each other. Multiple copper bars per terminal shall be spaced at a distance approximately equal to the bar thickness. If the sizes stated for the bars are not suitable for the terminals, or are not available, it is allowed to use other bars having approximately the same cross-section and approximately the same or smaller cooling surfaces. Cables or copper bars shall not be interleaved.
- c) For single-phase or multi-phase tests, the minimum length of any temporary connection to the test supply shall be 2 m. The minimum length to a star point may be reduced to 1.2 m.

8.2.1.3.3 For values of test current higher than 800 A but not exceeding 3 150 A:

- a) The conductors shall be copper bars of the sizes stated in table 9 unless the ASSEMBLY is designed only for cable connection. In this case, the size and arrangement of the cables shall be as specified by the manufacturer.
- b) Copper bars shall be spaced at approximately the distance between terminals. Copper bars shall be finished matt black. Multiple copper bars per terminal shall be spaced at a distance approximately equal to the bar thickness. If the sizes stated for the bars are not suitable for the terminals, or are not available, it is allowed to use other bars having approximately the same cross-section and approximately the same or smaller cooling surfaces. Copper bars shall not be interleaved.
- c) For single-phase or multi-phase tests, the minimum length of any temporary connection to the test supply shall be 3 m, but this can be reduced to 2 m provided that the temperature rise at the supply end of the connection is not more than 5 K below the temperature rise in the middle of the connection length. The minimum length to a star point shall be 2 m.

Tableau 9 - Sections normales des conducteurs de cuivre correspondant au courant d'essai

Valeurs du courant assigné A	Domaine du courant d'essai ¹⁾ A	Conducteur d'essai			
		Câbles		Barres de cuivre ²⁾	
		Quantités	Section ³⁾ mm ²	Quantités	Dimensions ³⁾ mm
500	400 à 500	2	150(16)	2	30 x 5(15)
630	500 à 630	2	185(18)	2	40 x 5(15)
800	630 à 800	2	240(21)	2	50 x 5(17)
1 000	800 à 1 000			2	60 x 5(19)
1 250	1 000 à 1 250			2	80 x 5(20)
1 600	1 250 à 1 600			2	100 x 5(23)
2 000	1 600 à 2 000			3	100 x 5(20)
2 500	2 000 à 2 500			4	100 x 5(21)
3 150	2 500 à 3 150			3	100 x 10(23)
NOTES 1 La valeur du courant doit être supérieure à la première valeur et inférieure ou égale à la deuxième valeur. 2 Les barres sont supposées être montées verticalement. Un montage horizontal peut être utilisé si le constructeur le spécifie. 3 Les valeurs entre parenthèses sont les échauffements estimés (en kelvins) des conducteurs d'essai donnés pour référence.					

8.2.1.3.4 Pour des valeurs de courant d'essai supérieures à 3 150 A:

Un accord doit être conclu entre le constructeur et l'utilisateur sur toutes les conditions de l'essai, tels que le type d'alimentation, le nombre de phases et de fréquences (si nécessaires), les sections des conducteurs d'essai, etc. Cette information doit faire partie du rapport d'essai.

8.2.1.4 Essai d'échauffement utilisant des résistances chauffantes de puissance dissipée équivalente

Pour certains types d'ENSEMBLES sous enveloppe dont les circuits principaux et auxiliaires ont des courants assignés relativement faibles, la puissance dissipée peut être simulée au moyen de résistances chauffantes qui produisent la même quantité de chaleur et sont installées dans des endroits convenables à l'intérieur de l'enveloppe.

La section des conducteurs de liaison de ces résistances doit être telle qu'aucune quantité appréciable de chaleur ne soit conduite en dehors de l'enveloppe.

Table 9 – Standard cross-sections of copper conductors corresponding to the test current

Values of the rated current A	Range of test current ¹⁾ A	Test conductors			
		Cables		Copper bars ²⁾	
		Quantity	Cross-section ³⁾ mm ²	Quantity	Dimensions ³⁾ mm
500	400 to 500	2	150(16)	2	30 x 5(15)
630	500 to 630	2	185(18)	2	40 x 5(15)
800	630 to 800	2	240(21)	2	50 x 5(17)
1 000	800 to 1 000			2	60 x 5(19)
1 250	1 000 to 1 250			2	80 x 5(20)
1 600	1 250 to 1 600			2	100 x 5(23)
2 000	1 600 to 2 000			3	100 x 5(20)
2 500	2 000 to 2 500			4	100 x 5(21)
3 150	2 500 to 3 150			3	100 x 10(23)
NOTES 1 Value of current shall be greater than the first value and less than or equal to the second value. 2 Bars are assumed to be arranged with their long faces vertical. Arrangements with long faces horizontal may be used if specified by the manufacturer. 3 Values in brackets are estimated temperature rises (in kelvins) of the test conductors given for reference.					

8.2.1.3.4 For values of test current higher than 3 150 A:

Agreement shall be reached between manufacturer and user on all relevant items of the test, such as: type of supply, number of phases and frequency (where applicable), cross-sections of test conductors, etc. This information shall form part of the test report.

8.2.1.4 *Temperature-rise test using heating resistors with an equivalent power loss*

For certain types of enclosed ASSEMBLIES with main and auxiliary circuits having comparatively low-rated currents, the power loss may be simulated by means of heating resistors which produce the same amount of heat and are installed in suitable places inside the enclosure.

The cross-section of the leads to these resistors shall be such that no appreciable amount of heat is conducted away from the enclosure.

Cet essai avec résistances chauffantes est considéré comme étant suffisamment représentatif de tous les ENSEMBLES utilisant la même enveloppe, même s'ils sont équipés d'appareils différents, pourvu que la somme des puissances dissipées par les appareils incorporés, en tenant compte du facteur de diversité, ne dépasse pas la valeur utilisée dans l'essai.

L'échauffement des appareils incorporés ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau 3 (voir 7.3). Cet échauffement peut être calculé approximativement en prenant l'échauffement de l'appareil mesuré à l'air libre, augmenté de la différence entre la température à l'intérieur de l'enveloppe et la température de l'air entourant l'enveloppe.

8.2.1.5 *Mesure des températures*

Des thermocouples ou des thermomètres doivent être utilisés pour les mesures de la température. Pour les enroulements, la méthode de mesure de la température par variation de la résistance doit généralement être employée. Pour mesurer la température de l'air à l'intérieur d'un ENSEMBLE, plusieurs dispositifs de mesure doivent être installés dans des endroits convenables.

Les thermomètres ou thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

8.2.1.6 *Température de l'air ambiant*

La température de l'air ambiant doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai au moyen d'au moins deux thermomètres ou thermocouples également répartis autour de l'ENSEMBLE à environ la moitié de sa hauteur et à une distance d'environ 1 m de l'ENSEMBLE. Les thermomètres ou thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

Si la température ambiante pendant l'essai est comprise entre +10 °C et +40 °C, les valeurs du tableau 3, sont les valeurs limites d'échauffement.

Si la température de l'air ambiant pendant l'essai dépasse +40 °C ou est inférieure à +10 °C, la présente norme n'est pas applicable et un accord spécial doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur.

8.2.1.7 *Résultats à obtenir*

A la fin de l'essai, l'échauffement ne doit pas dépasser les valeurs prescrites dans le tableau 3. Les appareils doivent fonctionner d'une manière satisfaisante dans les limites de tension prescrites pour eux à la température à l'intérieur de l'ENSEMBLE.

8.2.2 *Vérification des propriétés diélectriques*

8.2.2.1 *Généralités*

Il n'est pas nécessaire de faire cet essai de type sur des parties de l'ENSEMBLE qui ont déjà subi un essai de type conformément à leurs spécifications correspondantes pourvu que leur tenue diélectrique ne soit pas compromise par leur montage.

En outre, il n'est pas nécessaire d'effectuer cet essai sur les EDS dont la résistance d'isolement a été essayée conformément à 8.3.4.

This test with heating resistors is considered to be reasonably representative of all ASSEMBLIES using the same enclosure, even if they are equipped with different apparatus, provided that the sum of the power losses of the built-in apparatus, taking into account the diversity factor, does not exceed the value applied in the test.

The temperature rise of the built-in apparatus shall not exceed the values given in table 3 (see 7.3). This temperature rise can be approximately calculated by taking the temperature rise of this apparatus, measured in the open air, increased by the difference between the temperature inside the enclosure and the temperature of the air surrounding the enclosure.

8.2.1.5 *Measurement of temperatures*

Thermocouples or thermometers shall be used for temperature measurements. For windings, the method of measuring the temperature by resistance variation shall generally be used. For measuring the temperature of the air inside an ASSEMBLY, several measuring devices shall be arranged in convenient places.

The thermometers or thermocouples shall be protected against air currents and heat radiation.

8.2.1.6 *Ambient air temperature*

The ambient air temperature shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least two thermometers or thermocouples equally distributed around the ASSEMBLY at about half its height and at a distance of about 1 m from the ASSEMBLY. The thermometers or thermocouples shall be protected against air currents and heat radiations.

If the ambient temperature during the test is between +10 °C and +40 °C, the values of table 3, are the limiting values of temperature rise.

If the ambient air temperature during the test exceeds +40 °C or is lower than +10 °C, this standard does not apply and the manufacturer and the user shall make a special agreement.

8.2.1.7 *Results to be obtained*

At the end of the test, the temperature rise shall not exceed the values specified in table 3. The apparatus shall operate satisfactorily within the voltage limits specified for them at the temperature inside the ASSEMBLY.

8.2.2 *Verification of dielectric properties*

8.2.2.1 *General*

This type test need not be made on such parts of the ASSEMBLY which have already been type-tested according to their relevant specifications provided their dielectric strength is not impaired by their mounting.

Furthermore, this test need not be made on PTTA whose insulation resistance has been verified in accordance with 8.3.4.

Quand l'ENSEMBLE comporte un conducteur de protection isolé par rapport aux masses, conformément au point d) du 7.4.3.2.2, ce conducteur doit être considéré comme un circuit séparé, c'est-à-dire qu'il doit être essayé avec la même tension que le circuit principal auquel il appartient.

Les essais devront être faits:

- conformément aux 8.2.2.6.1 à 8.2.2.6.4 si le constructeur a annoncé une valeur de tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} (voir 4.1.3);
- conformément aux 8.2.2.2 à 8.2.2.5 dans les autres cas.

8.2.2.2 Essai d'enveloppes faites en matériau isolant

Pour des enveloppes faites en matériau isolant, un essai diélectrique supplémentaire doit être effectué en appliquant une tension d'essai entre, d'une part une feuille de métal placée à l'extérieur de l'enveloppe au-dessus des ouvertures et des joints et, d'autre part, les parties actives et les masses interconnectées et situées à l'intérieur de l'enveloppe près des ouvertures et des joints. Pour cet essai supplémentaire, la tension d'essai doit être égale à 1,5 fois les valeurs indiquées dans le tableau 10.

NOTE - Les tensions d'essai pour les enveloppes des ENSEMBLES assurant la protection par isolation totale sont à l'étude.

8.2.2.3 Poignées de manoeuvre extérieures en matériau isolant

Dans le cas de poignées faites ou recouvertes d'un matériau isolant conforme au 7.4.3.1.3, un essai diélectrique doit être effectué en appliquant une tension d'essai égale à 1,5 fois la tension d'essai indiquée dans le tableau 10 entre les parties actives et une feuille de métal enroulée autour de la poignée. Pendant cet essai, le châssis ne doit pas être relié à la terre ni à aucun autre circuit.

8.2.2.4 Application et valeur de la tension d'essai

La tension d'essai doit être appliquée:

- 1) entre toutes les parties actives et les masses interconnectées de l'ENSEMBLE;
- 2) entre chaque pôle et tous les autres pôles raccordés pour cet essai aux masses interconnectées de l'ENSEMBLE.

La tension d'essai au moment de l'application ne doit pas dépasser 50 % des valeurs données dans ce paragraphe. Elle doit ensuite être augmentée progressivement en quelques secondes pour atteindre sa pleine valeur spécifiée dans ce paragraphe et maintenue pendant 1 min. Les sources de puissance en courant alternatif doivent avoir une puissance suffisante pour maintenir la tension d'essai quels que soient les courants de fuite éventuels. La tension d'essai doit avoir une forme d'onde pratiquement sinusoïdale et une fréquence comprise entre 45 Hz et 62 Hz.

La valeur de la tension d'essai doit être la suivante:

8.2.2.4.1 Pour le circuit principal et les circuits auxiliaires qui ne sont pas visés en 8.2.2.4.2 ci-après, conformément au tableau 10:

When the ASSEMBLY includes a protective conductor insulated from the exposed conductive parts according to item d) of 7.4.3.2.2, this conductor shall be regarded as a separate circuit, i.e. it shall be tested with the same voltage as the main circuit to which it belongs.

Tests shall be made:

- in accordance with 8.2.2.6.1 to 8.2.2.6.4 if the manufacturer has declared a value of the rated impulse withstand voltage U_{imp} (see 4.1.3);
- in accordance with 8.2.2.2 to 8.2.2.5 in the other cases.

8.2.2.2 *Testing of enclosures made of insulating material*

For enclosures made of insulating material, an additional dielectric test shall be carried out by applying a test voltage between a metal foil laid on the outside of the enclosure over openings and joints, and the interconnected live and exposed conductive parts within the enclosure located next to the openings and joints. For this additional test, the test voltage shall be equal to 1,5 times the values indicated in table 10.

NOTE - Test voltages for enclosures for ASSEMBLIES protected by total insulation are under consideration.

8.2.2.3 *External operating handles of insulating material*

In the case of handles made of or covered by insulating material for the purpose of complying with 7.4.3.1.3, a dielectric test shall be carried out by applying a test voltage equal to 1,5 times the test voltage indicated in table 10 between the live parts and a metal foil wrapped round the whole surface of the handle. During this test, the frame must not be earthed or connected to any other circuit.

8.2.2.4 *Application and value of the test voltage*

The test voltage shall be applied:

- 1) between all live parts and the interconnected exposed conductive parts of the ASSEMBLY;
- 2) between each pole and all the other poles connected for this test to the interconnected exposed conductive parts of the ASSEMBLY.

The test voltage at the moment of application shall not exceed 50 % of the values given in this subclause. It shall then be increased steadily within a few seconds to this full value specified in this subclause and maintained for 1 min. The a.c. power sources shall have sufficient power to maintain the test voltage irrespective of any leakage currents. The test voltage shall have a practically sinusoidal waveform and a frequency between 45 Hz and 62 Hz.

The value of the test voltage shall be as follows:

8.2.2.4.1 For the main circuit and for the auxiliary circuits which are not covered by 8.2.2.4.2 below, in accordance with table 10:

Tableau 10

Tension assignée d'isolement U_i V	Tension d'essai diélectrique (courant alternatif) (valeur efficace) V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500
$690 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1\,000$	3 500
$1\,000 < U_i \leq 1\,500^*$	3 500
* En courant continu seulement.	

8.2.2.4.2 Pour les circuits auxiliaires que le constructeur indique comme ne devant pas être reliés directement au courant principal, conformément au tableau 11:

Tableau 11

Tension assignée d'isolement U_i V	Tension d'essai diélectrique (courant alternatif) (valeur efficace) V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$U_i > 60$	$2 U_i + 1\,000$ avec un minimum de 1 500

8.2.2.5 Résultats à obtenir

L'essai est considéré satisfaisant s'il n'y a pas de perforation ou de contournement.

8.2.2.6 Essai de tenue à la tension de choc

8.2.2.6.1 Conditions générales

L'ENSEMBLE à essayer doit être monté complet, sur son propre support ou sur un support équivalent, comme en service normal, selon les prescriptions du constructeur et les conditions d'ambiance définies en 6.1.

Tout organe de commande en matériau isolant et toute enveloppe intégrée non métallique d'un matériel destiné à être utilisé sans enveloppe supplémentaire doivent être revêtus d'une feuille métallique reliée au bâti ou à l'embase métallique. La feuille doit être appliquée sur toutes les surfaces là où celles-ci peuvent être touchées par le doigt d'épreuve normalisé (calibre d'essai B de la CEI 529).

Table 10

Rated insulation voltage U_i V	Dielectric test voltage a.c. r.m.s. V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500
$690 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1\,000$	3 500
$1\,000 < U_i \leq 1\,500^*$	3 500

* For d.c. only.

8.2.2.4.2 For auxiliary circuits which are indicated by the manufacturer as unsuitable for being directly supplied from the main circuit, in accordance with table 11:

Table 11

Rated insulation voltage U_i V	Dielectric test voltage a.c. r.m.s. V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$U_i > 60$	$2 U_i + 1\,000$ with a minimum of 1 500

8.2.2.5 Results to be obtained

The test is considered to have been passed if there is no puncture or flash-over.

8.2.2.6 Impulse voltage withstand test

8.2.2.6.1 General conditions

The ASSEMBLY to be tested shall be mounted complete on its own support or an equivalent support as in normal service in accordance with the manufacturer's instructions and the ambient conditions stated in 6.1.

Any actuator of insulating material and any integral non-metallic enclosure of equipment intended to be used without additional enclosure shall be covered by a metal foil connected to the frame or the mounting plate. The foil shall be applied to all surfaces where they can be touched with the standard test finger (test probe B of IEC 529).

8.2.2.6.2 Tensions d'essai

La tension d'essai doit être celle spécifiée en 7.1.2.3.2 et 7.1.2.3.3.

Avec l'accord du constructeur, l'essai peut être effectué sous une tension à fréquence industrielle ou continue figurant au tableau 13. Il est permis pendant cet essai de débrancher les parafoudres pourvu que les caractéristiques de ces parafoudres soient connues. Toutefois, les matériels incorporant des dispositifs de suppression des surtensions doivent de préférence être essayés sous une tension de choc. L'énergie du courant d'essai ne doit pas être supérieure à la valeur d'énergie assignée aux dispositifs de suppression des surtensions.

NOTE - Les caractéristiques assignées des dispositifs de suppression doivent convenir à l'utilisation envisagée. Ces caractéristiques assignées sont à l'étude.

- a) La tension de choc 1,2/50 μ s doit être appliquée trois fois pour chaque polarité à des intervalles d'au moins 1 s.
- b) La tension à fréquence industrielle ou continue doit être appliquée durant trois périodes dans le cas d'une tension alternative ou 10 ms pour chaque polarité dans le cas d'une tension continue.

Les distances d'isolement égales ou supérieures aux valeurs du cas A du tableau 14 peuvent être vérifiées par un mesurage suivant la méthode décrite en annexe F.

8.2.2.6.3 Application des tensions d'essai

La tension d'essai est appliquée comme suit:

- a) Entre chaque pôle (y compris les circuits de commande et auxiliaires reliés au circuit principal) et les masses interconnectées de l'ENSEMBLE.
- b) Entre chaque pôle du circuit principal et les autres pôles.
- c) Entre chaque circuit de commande et chaque circuit auxiliaire qui n'est pas normalement relié au(x) circuit(s) principal(aux) et
 - le circuit principal,
 - les autres circuits,
 - les masses,
 - l'enveloppe ou l'embase de montage;
- d) Pour les parties débrochables en position isolée, à travers les distances de sectionnement, entre le côté alimentation et la partie débrochable, ainsi qu'entre bornes d'alimentation et bornes d'utilisation s'il y a lieu.

8.2.2.6.4 Résultats à obtenir

Il ne doit pas se produire de décharge disruptive non provoquée au cours des essais.

NOTES

- 1 Il faut faire exception d'une décharge disruptive provoquée intentionnellement, par exemple pour des dispositifs de suppression des surtensions transitoires.
2. Le terme «décharge disruptive» s'applique aux phénomènes associés à la défaillance de l'isolation sous une contrainte électrique durant lesquels la décharge court-circuite complètement l'isolation en essai, réduisant la tension appliquée entre les électrodes à une valeur nulle ou presque nulle.

8.2.2.6.2 Test voltages

The test voltage shall be that specified in 7.1.2.3.2 and 7.1.2.3.3.

With the manufacturer's agreement, the test may be done using power frequency or d.c. voltage as given in table 13. Disconnection of surge arresters during this test is permitted, provided that the characteristics of the surge arresters are known. However, equipment incorporating overvoltage suppressing means shall preferably be tested with impulse voltage. The energy contents of the test current shall not exceed the energy rating of the overvoltage suppressing means.

NOTE - The rating of the suppressing means should be suitable for the application. Such ratings are under consideration.

- a) The 1,2/50 μ s impulse voltage shall be applied three times for each polarity at intervals of 1 s minimum.
- b) Power frequency and d.c. voltage shall be applied during three cycles in the case of a.c., or 10 ms for each polarity in the case of d.c.

Clearances equal to or larger than the values of case A of table 14 may be verified by measurement, according to the method described in annex F.

8.2.2.6.3 Application of test voltages

The test voltage is applied as follows:

- a) Between each live part (including the control and auxiliary circuits connected to the main circuit) and the interconnected exposed conductive parts of the ASSEMBLY.
- b) Between each pole of the main circuit and the other poles.
- c) Between each control and auxiliary circuit not normally connected to the main circuit(s) and
 - the main circuit,
 - the other circuits,
 - the exposed conductive parts,
 - the enclosure or mounting plate.
- d) For withdrawable parts in the disconnected position: across the isolating gaps, between the supply side and the withdrawable part and between the supply terminal and load terminal as relevant.

8.2.2.6.4 Results to be obtained

There shall be no unintentional disruptive discharge during the tests.

NOTES

- 1 Exception is an intentional disruptive discharge designed for the purpose, for example transient overvoltage suppressing means.
- 2 The term "disruptive discharge" relates to phenomena associated with the failure of insulation under electrical stress, in which the discharge completely bridges the insulation under test, reducing the voltage between the electrodes to zero or nearly to zero.

- 3 Le terme «amorçage» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit dans un diélectrique gazeux ou liquide.
- 4 Le terme «contournement» est utilisé lorsque la décharge disruptive apparaît le long de la surface d'un diélectrique immergé dans un milieu gazeux ou liquide.
- 5 Le terme «perforation» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide.
- 6 Une décharge disruptive dans un diélectrique solide occasionne la perte permanente de la rigidité diélectrique de l'objet; dans un diélectrique liquide ou gazeux, cette perte peut n'être que momentanée.

8.2.2.7 *Vérification des lignes de fuite*

Les lignes de fuite les plus courtes entre phases, entre conducteurs de circuits à des tensions différentes et entre conducteurs actifs et masses doivent être mesurées. La ligne de fuite mesurée doit satisfaire aux prescriptions du 7.1.2.3.5 pour le groupe de matériau et le degré de pollution correspondants.

8.2.3 *Vérification de la tenue aux courts-circuits*

8.2.3.1 *Circuits d'ENSEMBLES qui sont exemptés de la vérification de la tenue aux courts-circuits.*

Une vérification de la tenue aux courts-circuits n'est pas nécessaire:

8.2.3.1.1 Pour des ENSEMBLES dont le courant assigné de tenue au court-circuit ou le courant assigné de court-circuit conditionnel n'excède pas 10 kA.

8.2.3.1.2 Pour des ENSEMBLES protégés par des appareils limiteurs de courant ayant un courant coupé limité n'excédant pas 15 kA à leur pouvoir de coupure assigné.

8.2.3.1.3 Pour les circuits auxiliaires d'ENSEMBLES prévus pour être reliés à des transformateurs dont la puissance assignée ne dépasse pas 10 kVA pour une tension assignée secondaire qui n'est pas inférieure à 110 V ou 1,6 kVA pour une tension secondaire assignée inférieure à 110 V, et dont l'impédance de court-circuit n'est pas inférieure à 4 %.

8.2.3.1.4 Pour toutes les parties d'ENSEMBLES (jeux de barres, supports de jeux de barres, connexions aux jeux de barres, unités d'arrivée et de départ, appareils de connexion, etc.) qui ont déjà été soumises à des essais de type pour les conditions existantes dans l'ENSEMBLE.

NOTE - On peut citer comme exemples d'appareils de connexion les appareils ayant un courant de court-circuit assigné, selon la CEI 947-3, ou les démarreurs coordonnés avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits, selon la CEI 947-4-1.

8.2.3.2 *Circuits d'ENSEMBLES dont la tenue aux courts-circuits doit être vérifiée*

Ce paragraphe s'applique à tous les circuits qui ne sont pas mentionnés en 8.2.3.1 ci-dessus.

- 3 The term "sparkover" is used when a disruptive discharge occurs in a gaseous or liquid dielectric.
- 4 The term "flashover" is used when a disruptive discharge occurs over the surface of a dielectric in a gaseous or liquid medium.
- 5 The term "puncture" is used when a disruptive discharge occurs through a solid dielectric.
- 6 A disruptive discharge in a solid dielectric produces permanent loss of dielectric strength: in a liquid or gaseous dielectric the loss may be only temporary.

8.2.2.7 *Verification of creepage distances*

The shortest creepage distances between phases, between circuit conductors at different voltages, and between live and exposed conductive parts shall be measured. The measured creepage distance with respect to material group and pollution degree shall comply with the requirements of 7.1.2.3.5.

8.2.3 *Verification of short-circuit withstand strength*

8.2.3.1 *Circuits of ASSEMBLIES which are exempted from the verification of the short-circuit withstand strength*

A verification of the short-circuit withstand strength is not required:

8.2.3.1.1 For ASSEMBLIES having a rated short-time withstand current or rated conditional short-circuit current not exceeding 10 kA.

8.2.3.1.2 For ASSEMBLIES protected by current limiting devices having a cut-off current not exceeding 15 kA at their rated breaking capacity.

8.2.3.1.3 For auxiliary circuits of ASSEMBLIES intended to be connected to transformers whose rated power does not exceed 10 kVA for a rated secondary voltage of not less than 110 V or 1,6 kVA for a rated secondary voltage less than 110 V, and whose short-circuit impedance is not less than 4 %.

8.2.3.1.4 For all parts of ASSEMBLIES (busbars, busbar supports, connections to busbars, incoming and outgoing units, switching devices, etc.) which have already been subjected to type tests valid for conditions in the ASSEMBLY.

NOTE - Examples of switching devices are those with a rated conditional short-circuit current according to IEC 947-3 or motor-starters co-ordinated with short-circuit protective devices according to IEC 947-4-1.

8.2.3.2 *Circuits of ASSEMBLIES the short-circuit withstand strength of which shall be verified*

This subclause applies to all circuits not mentioned in the preceding 8.2.3.1.

8.2.3.2.1 Dispositions pour l'essai

L'ENSEMBLE ou ses parties doivent être montés comme pour l'usage normal. Excepté pour les essais sur les jeux de barres et selon le type de construction de l'ENSEMBLE, il sera suffisant de soumettre à des essais une seule unité fonctionnelle si les autres unités fonctionnelles sont construites de la même façon et ne peuvent pas affecter le résultat de l'essai.

8.2.3.2.2 Exécution de l'essai: Généralités

Si le circuit d'essai comporte des coupe-circuit à fusibles, il faut utiliser des éléments de remplacement dont la caractéristique assignée de courant est maximale (correspondant au courant assigné) et, si cela est nécessaire, du type indiqué par le constructeur comme étant acceptable.

Les conducteurs d'alimentation et les connexions de court-circuit prescrites pour essayer l'ENSEMBLE doivent avoir une robustesse suffisante pour supporter les courts-circuits et être disposés de manière à ne pas introduire de contraintes supplémentaires.

Sauf accord contraire, le circuit d'essai doit être raccordé aux bornes d'entrée de l'ENSEMBLE. Les ENSEMBLES triphasés doivent être raccordés en triphasé.

Pour la vérification de tous les courants de tenue au court-circuit (voir 4.3, 4.4, 4.5 et 4.6), la valeur du courant présumé de court-circuit à une tension d'alimentation égale à 1,05 fois la tension assignée d'emploi doit être déterminée à partir d'un oscillogramme d'étalonnage établi en court-circuitant les conducteurs d'alimentation de l'ENSEMBLE par une connexion d'impédance négligeable placée aussi près que possible de l'alimentation d'entrée de l'ENSEMBLE. L'oscillogramme doit montrer qu'il y a un débit constant de courant tel qu'il est mesurable à un instant correspondant à celui du fonctionnement du dispositif de protection incorporé à l'ENSEMBLE ou pendant une durée spécifiée, ce courant étant voisin de la valeur spécifiée en 8.2.3.2.4.

Pour les essais en courant alternatif, la fréquence du circuit d'essai pendant les essais de court-circuit doit être celle de la fréquence assignée en admettant une tolérance de 25 %.

Toutes les parties de l'équipement destinées à être reliées au conducteur de protection en service, y compris son enveloppe, doivent être raccordées comme suit:

- 1) pour des ENSEMBLES pouvant être utilisés sur les systèmes triphasés à quatre conducteurs (voir aussi la CEI 38) avec neutre à la terre et marqués en conséquence, au point neutre de l'alimentation ou un neutre artificiel essentiellement inductif permettant un courant de défaut présumé d'au moins 1 500 A;
- 2) pour les ENSEMBLES pouvant également être utilisés sur les systèmes triphasés aussi bien à trois conducteurs qu'à quatre conducteurs et marqués en conséquence, au conducteur de phase présentant le moins de probabilité d'amorce d'arcs à la terre.

NOTE - Les méthodes de marquage et de désignation sont à l'étude.

Le circuit d'essai doit comporter un dispositif approprié (par exemple un fil fusible en cuivre de 0,8 mm de diamètre et d'une longueur d'au moins 50 mm) pour la détection du courant de défaut. Le courant de défaut présumé dans le circuit où se trouve l'élément fusible doit être $1\,500\text{ A} \pm 10\%$, sauf comme indiqué dans les notes 2 et 3. Si nécessaire, une résistance limitant le courant à cette valeur doit être utilisée.

8.2.3.2.1 *Test arrangements*

The ASSEMBLY or its parts shall be set up as in normal use. Except for tests on the busbars and depending on the type of construction of the ASSEMBLY, it will be sufficient to test a single functional unit if the remaining functional units are constructed in the same way and cannot affect the test result.

8.2.3.2.2 *Performance of the test: General*

If the test circuit incorporates fuses, fuse-links of the maximum current rating (corresponding to the rated current) and, if required, of the type indicated by the manufacturer as being acceptable, shall be used.

The supply conductors and the short-circuit connections required for testing the ASSEMBLY shall have sufficient strength to withstand short-circuits and be so arranged that they do not introduce any additional stresses.

Unless otherwise agreed, the test circuit shall be connected to the input terminals of the ASSEMBLY. Three-phase ASSEMBLIES shall be connected on a three-phase basis.

For the verification of all the short-circuit withstand ratings (see 4.3, 4.4, 4.5 and 4.6) the value of the prospective short-circuit current at a supply voltage equal to 1,05 times the rated operational voltage shall be determined from a calibration oscillogram which is taken with the supply conductors to the ASSEMBLY short-circuited by a connection of negligible impedance placed as near as possible to the input supply of the ASSEMBLY. The oscillogram shall show that there is a constant flow of current such that it is measurable at a time equivalent to the operation of the protective device incorporated in the ASSEMBLY or for a specified period of time, this current approximating the value specified in 8.2.3.2.4.

For a.c. tests, the frequency of the test circuit during the short-circuit tests shall be that of the rated frequency subject to a tolerance of 25 %.

All parts of the equipment intended to be connected to the protective conductor in service, including the enclosure, shall be connected as follows:

- 1) for ASSEMBLIES suitable for use on three-phase four-wire systems (see also IEC 38) with an earthed star point and marked accordingly, to the neutral point of supply or to a substantially inductive artificial neutral permitting a prospective fault current of at least 1 500 A,
- 2) for ASSEMBLIES also suitable for use in three-phase three-wire as well as on three-phase four-wire systems and marked accordingly, to the phase conductor least likely to arc to earth.

NOTE - Marking and designation methods are under consideration.

The test circuit shall include a reliable device (e.g. a fuse of copper wire of 0,8 mm diameter and not less than 50 mm in length) for the detection of the fault current. The prospective fault current in the fusible-element circuit shall be 1 500 A $\pm$ 10 %, except as stated in notes 2 and 3. If necessary, a resistor limiting the current to that value shall be used.

NOTES

- 1 Un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre fondra à 1 500 A en une demi-période environ à une fréquence comprise entre 45 Hz et 67 Hz (ou 0,01 s en courant continu).
- 2 Le courant de défaut présumé peut être inférieur à 1 500 A dans le cas de petits matériels, suivant les prescriptions de la norme de matériel correspondante, avec un fil de cuivre de diamètre plus petit (voir note 4), correspondant à la même durée de fusion que dans la note 1.
- 3 Dans le cas d'une alimentation à neutre artificiel, un courant de défaut présumé de plus faible valeur peut être accepté, sous réserve de l'accord du constructeur, avec un fil de cuivre de diamètre plus petit (voir note 4), correspondant à la même durée de fusion que dans la note 1.
- 4 Il est recommandé que la relation entre le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible et le diamètre du fil de cuivre soit conforme au tableau ci-dessous:

Tableau 12

Diamètre du fil de cuivre mm	Courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

8.2.3.2.3 Essai des circuits principaux

Pour les ENSEMBLES avec jeux de barres, les essais conformes aux points a), b) et d) ci après s'appliquent.

Pour les ENSEMBLES sans jeux de barres, l'essai conforme au point a) s'applique.

Pour les ENSEMBLES pour lesquels les prescriptions du 7.5.5.1.2 ne sont pas satisfaites, l'essai supplémentaire conforme au point c) est applicable.

a) Lorsqu'un circuit de départ comprend un constituant qui n'a pas été soumis au préalable à un essai approprié, il faut effectuer l'essai suivant:

Pour essayer un circuit de départ, les bornes de sortie associées doivent être pourvues d'une connexion de court-circuit boulonnée. Lorsque l'appareil de protection dans le circuit de départ est un disjoncteur, le circuit d'essai peut inclure une résistance shunt conformément à 8.3.4.1.2 b) de la CEI 947-1 en parallèle avec la réactance utilisée pour régler le courant de court-circuit.

Pour les disjoncteurs qui ont un courant assigné inférieur ou égal à 630 A, un câble de 0,75 m de longueur ayant une section correspondant au courant thermique conventionnel (voir CEI 947-1, tableaux 9 et 10) doit être inséré dans le circuit d'essai. L'appareil de connexion doit être fermé et maintenu fermé de la manière normalement utilisée en service. La tension d'essai doit alors être appliquée une fois pendant un temps suffisamment long pour permettre au dispositif de protection contre les courts-circuits dans l'unité de départ de fonctionner pour éliminer le défaut et, dans tous les cas, pendant une durée qui ne soit pas inférieure à 10 périodes (durée de la tension d'essai).

NOTES

- 1 A copper wire of 0,8 mm in diameter will melt at 1 500 A in approximately half a cycle at a frequency between 45 Hz and 67 Hz (or 0,01 s for d.c.).
- 2 The prospective fault current may be less than 1 500 A in the case of small equipment, according to the requirements of the relevant product standard, with a smaller diameter copper wire (see note 4) corresponding to the same melting time as in note 1.
- 3 In the case of a supply having an artificial neutral, a lower prospective fault current may be accepted, subject to the agreement of the manufacturer, with a smaller diameter copper wire (see note 4) corresponding to the same melting time as in note 1.
- 4 The relationship between the prospective fault current in the fusible element circuit and the diameter of the copper wire should be in accordance with the table below:

Table 12

Diameter of copper wire mm	Prospective fault current in the fusible element circuit A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

8.2.3.2.3 *Testing of the main circuits*

For ASSEMBLIES with busbars, the tests according to items a), b) and d) below apply.

For ASSEMBLIES without busbars, the test according to item a) applies.

For ASSEMBLIES where the requirements of 7.5.5.1.2 are not fulfilled, in addition the test according to item c) applies.

- a) Where an outgoing circuit includes a component which has not previously been subjected to the appropriate test, the following test shall apply:

For testing an outgoing circuit, the associated outgoing terminals shall be provided with a bolted short-circuit connection. When the protective device in the outgoing circuit is a circuit-breaker, the test circuit may include a shunting resistor in accordance with 8.3.4.1.2 b) of 947-1 in parallel with the reactor used to adjust the short-circuit current.

For circuit-breakers having a rated current up to and including 630 A, a cable of 0,75 m in length having a cross-sectional area corresponding to the conventional thermal current (see IEC 947-1, tables 9 and 10) shall be included in the test circuit. The switching device shall be closed and held closed in the manner normally used in service. The test voltage shall then be applied once and for a time sufficiently long to enable the short-circuit protective device in the outgoing unit to operate to clear the fault, and, in any case, for not less than 10 cycles (test voltage duration).

b) Les ENSEMBLES contenant des jeux de barres principaux doivent être soumis à un seul essai supplémentaire pour éprouver la tenue aux courts-circuits des jeux de barres principaux et du circuit d'arrivée y compris des joints. Le point où le court-circuit est produit doit être à $2 \text{ m} \pm 0,40 \text{ m}$ du point d'alimentation le plus proche. Pour la vérification de la tenue au courant assigné de courte durée admissible (voir 4.3) et du courant assigné de crête admissible (voir 4.4), cette distance peut être augmentée si les essais sont effectués à une tension inférieure pourvu que la valeur du courant d'essai soit égale à la valeur assignée (voir point b) du 8.2.3.2.4). Lorsque la conception de l'ENSEMBLE est telle que la longueur des jeux de barres à essayer est inférieure à 1,6 m et que l'ENSEMBLE n'est pas destiné à recevoir une extension, alors la longueur totale du jeu de barres doit être essayée, le court-circuit étant réalisé à l'extrémité de ces jeux de barres. Si un ensemble de jeux de barres se compose de différentes colonnes (en ce qui concerne les sections, la distance entre les jeux de barres adjacents, le type et le nombre de supports par mètre), chaque colonne doit être essayée séparément. L'essai peut être effectué conjointement, si les conditions précitées ci-dessus sont satisfaites.

c) Un court-circuit est obtenu par des connexions boulonnées sur les conducteurs reliant les jeux de barres à une seule unité de départ le plus près possible des bornes de sortie de l'unité de départ, côté jeu de barres. La valeur du courant de court-circuit doit être la même que pour les barres principales.

d) S'il existe une barre neutre, elle doit être soumise à un seul essai de vérification de sa tenue aux courts-circuits par rapport à la barre de phase la plus voisine y compris les joints. On applique les prescriptions du point b) du 8.2.3.2.3 pour relier la barre neutre à la barre de phase. Sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur, la valeur du courant d'essai dans la barre neutre doit être 60 % du courant de phase lors de l'essai triphasé.

8.2.3.2.4 Valeur et durée du courant de court-circuit

a) ENSEMBLES ayant un dispositif de protection contre les courts-circuits incorporé dans l'unité d'arrivée (voir 7.5.2.1.1).

Le courant correspondant au courant présumé de court-circuit déclaré doit s'écouler jusqu'à ce qu'il soit interrompu par le dispositif de protection.

b) ENSEMBLES n'ayant pas de dispositif de protection contre les courts-circuits incorporé dans l'unité d'arrivée (voir 7.5.2.1.2).

Pour toutes les caractéristiques assignées de tenue au court-circuit, la tenue aux contraintes dynamiques et thermiques doit être vérifiée avec un courant présumé, en amont du dispositif de protection spécifié, s'il y a lieu, égal à la valeur du courant assigné de tenue au court-circuit, du courant assigné de court-circuit conditionnel ou du courant assigné de court-circuit limité par fusible, assignée par le constructeur.

En cas de difficulté pour une station d'essai à réaliser les essais de tenue au courant de courte durée ou au courant de crête à la tension maximale d'emploi, il est admis d'effectuer les essais suivant les points b), c) et d) de 8.2.3.2.3 à toute tension inférieure convenable, le courant réel d'essai étant, dans ce cas, égal au courant assigné de courte durée admissible ou au courant assigné de crête admissible. Cela doit être indiqué dans le rapport d'essai. Si cependant durant l'essai une séparation momentanée des contacts se produit dans le dispositif de protection, l'essai doit être répété à la tension maximale d'emploi.

b) ASSEMBLIES containing main busbars shall be subjected to one additional test to prove the short-circuit withstand strength of the main busbars and the incoming circuit including any joints. The point where the short-circuit is produced shall be $2\text{ m} \pm 0,40\text{ m}$ distant from the nearest point of supply. For the verification of rated short time withstand current (see 4.3) and rated peak withstand current (see 4.4), this distance may be increased if the tests are conducted at lower voltage providing the test current is the rated value (see item b) of 8.2.3.2.4). Where the design of the ASSEMBLY is such that the length of the busbars to be tested is less than 1,6 m and the ASSEMBLY is not intended to be extended, then the complete length of busbar shall be tested, the short-circuit being established at the end of these busbars. If a set of busbars consists of different sections (as regards cross-sections, distance between adjacent busbars, type and number of supports per metre), each section shall be tested separately. The test may be conducted concurrently, provided that the above conditions are met.

c) A short-circuit is obtained by bolted connections on the conductors connecting the busbars to a single outgoing unit, as near as practicable to the terminals on the busbar side of the outgoing unit. The value of the short-circuit current shall be the same as that for the main bars.

d) If a neutral bar exists, it shall be subjected to one test to prove its short-circuit withstand strength in relation to the nearest phase busbar including any joints. For the connection of the neutral bar to this phase busbar, the requirements of item b) of 8.2.3.2.3 apply. Unless otherwise agreed between manufacturer and user, the value of the test current in the neutral bar shall be 60 % of the phase current during the three-phase test.

8.2.3.2.4 Value and duration of the short-circuit current

a) ASSEMBLIES with a short-circuit protective device incorporated in the incoming unit (see 7.5.2.1.1).

The current corresponding to the stated prospective short-circuit current shall flow until it is broken by the protective device.

b) ASSEMBLIES which do not incorporate a short-circuit protective device in the incoming unit (see 7.5.2.1.2).

For all short-circuit withstand ratings, the dynamic and thermal stresses shall be verified with a prospective current, at the supply side of the specified protective device, if any, equal to the value of the rated short-time withstand current, rated peak withstand current, rated conditional short-circuit current or rated fused short-circuit current assigned by the manufacturer.

In the case of test station difficulty of making the short-time withstand or peak withstand tests at the maximum operational voltage, the tests according to items b), c) and d) of 8.2.3.2.3 may be made at any convenient lower voltage, the actual test current being, in this case, equal to the rated short-time withstand current or peak withstand current. This shall be stated in the test report. If, however, momentary contact separation occurs in the protective device, if any, during the test, the test shall be repeated at the maximum operational voltage.

Pour les essais de tenue au courant de courte durée et au courant de crête, tout déclencheur de surintensité, s'il y a lieu, susceptible de fonctionner durant l'essai doit être rendu inopérant.

Tous les essais doivent être faits à la fréquence assignée pour l'ENSEMBLE avec une tolérance de $\pm 25\%$ et au facteur de puissance correspondant au courant de court-circuit suivant le tableau 5.

La valeur du courant durant l'étalonnage est la moyenne des valeurs efficaces de la composante alternative dans toutes les phases. Lorsque les essais sont effectués à la tension maximale d'emploi, le courant d'étalonnage est la valeur réelle du courant d'essai. Dans chaque phase, le courant doit être compris dans la tolérance entre $+5\%$ et 0% et le facteur de puissance dans la tolérance comprise entre $+0,0$ et $-0,05$. Le courant doit être appliqué pendant le temps spécifié durant lequel la valeur efficace de sa composante alternative doit rester constante.

NOTES

1 Cependant, si nécessaire, en raison des limites des moyens d'essais, une durée d'essai différente est permise; dans ce cas, le courant d'essai devra être modifié selon la formule $I^2 t = \text{constante}$, sous réserve que la valeur de crête n'excède pas le courant assigné de crête admissible sans le consentement du constructeur et que la valeur efficace du courant de courte durée admissible ne soit pas inférieure à la valeur assignée sur au moins une phase pendant une durée d'au moins $0,1\text{ s}$ après l'apparition du courant.

2 L'essai de courant de crête admissible et l'essai de courant de courte durée admissible peuvent être séparés. Dans ce cas, le temps pendant lequel le courant de court-circuit est appliqué pour l'essai au courant de crête admissible devra être tel que la valeur $I^2 t$ ne soit pas plus grande que la valeur équivalente de l'essai au courant de courte durée admissible, mais il devra être au moins de trois périodes.

Pour l'essai au courant de court-circuit conditionnel et au courant de court-circuit limité par fusible, l'essai doit être effectué à $1,05$ fois la tension assignée d'emploi (voir 8.2.3.2.2) avec des courants présumés, en amont du dispositif spécifié de protection contre les courts-circuits, égaux à la valeur du courant assigné de court-circuit conditionnel ou du courant assigné limité par fusible. Des essais à des tensions inférieures ne sont pas permis.

8.2.3.2.5 Résultats à obtenir

Après l'essai, les conducteurs ne doivent pas présenter de déformations inacceptables. Une légère déformation des jeux de barres est acceptable pourvu que les distances d'isolement et les lignes de fuites spécifiées en 7.1.2 soient toujours respectées. De même, l'isolement des conducteurs et des supports isolants ne doit présenter aucun signe appréciable de détérioration, c'est-à-dire que les caractéristiques essentielles d'isolement doivent rester telles que les propriétés mécaniques et diélectriques de l'équipement satisfassent aux prescriptions de cette norme.

Le dispositif de détection ne doit pas indiquer un courant de défaut.

Il ne doit pas y avoir de desserrage des pièces utilisées pour le raccordement des conducteurs et les conducteurs ne doivent pas être déconnectés des bornes de sortie.

Une déformation de l'enveloppe est permise dans la mesure où le degré de protection n'est pas affecté et où les distances d'isolement ne sont pas réduites à des valeurs inférieures à celles qui sont prescrites.

Toute déformation du circuit des jeux de barres ou du châssis de l'ENSEMBLE qui compromet l'insertion normale des unités débrochables ou amovibles doit être considérée comme un défaut.

For the short-time and peak withstand tests, any overcurrent release, if any, likely to operate during the test, shall be rendered inoperative.

All tests shall be made at the rated frequency of the equipment with a tolerance of $\pm 25\%$, and at the power-factor appropriate to the short-circuit current in accordance with table 5.

The value of current during the calibration is the average of the r.m.s. values of the a.c. component in all phases. When making the tests at maximum operational voltage, the calibration current is the actual test current. In each phase the current shall be within the tolerance $+5\%$ and 0% and the power factor within the tolerance between $+0,0$ and $-0,05$. The current shall be applied for the specified time during which the r.m.s. value of its a.c. component shall remain constant.

NOTES

1 However, if necessary, due to test limitations, a different test period is permissible: in such a case, the test current should be modified in accordance with the formula $I^2t = \text{constant}$, provided that the peak value does not exceed the rated peak withstand current without the manufacturer's consent and that the r.m.s. value of the short-time withstand current is not less than the rated value in at least one phase for at least $0,1\text{ s}$ after current initiation.

2 The peak withstand current test and the short-time withstand current test may be separated. In this case, the time during which the short-circuit is applied for the peak withstand current test should be such that the value I^2t is not larger than the equivalent value for the short-time withstand current test, but it should be not less than three cycles.

For the conditional and the fused short-circuit current test, the test must be conducted at $1,05$ times the rated operational voltage (see 8.2.3.2.2) with prospective currents, at the supply side of the specified protective device, equal to the value of the rated conditional or fused short-circuit current. Tests at lower voltages are not permitted.

8.2.3.2.5 Results to be obtained

After the test, the conductors shall not show any undue deformation. Slight deformation of busbars is acceptable provided that the clearances and creepage distances specified in 7.1.2 are still complied with. Also, the insulation of the conductors and the supporting insulating parts shall not show any significant signs of deterioration, that is, the essential characteristics of the insulation remain such that the mechanical and dielectric properties of the equipment satisfy the requirements of this standard.

The detection device shall not indicate a fault current.

There shall be no loosening of parts used for the connection of conductors and conductors shall not separate from the outgoing terminals.

Deformation of the enclosure is permissible to the extent to which the degree of protection is not impaired and the clearances are not reduced to values which are less than those specified.

Any distortion of the busbar circuit or the frame of the ASSEMBLY which impairs normal insertion of withdrawable or removable units shall be deemed a failure.

En cas de doute, il doit être vérifié que les appareils incorporés dans l'ENSEMBLE sont dans une condition identique à celle qui est prescrite dans les spécifications les concernant.

8.2.3.2.6 Pour les EDS, la vérification de la tenue aux courts-circuits doit être vérifiée:

- soit par essai selon 8.2.3.2.1 à 8.2.3.2.5;
- soit par extrapolation à partir de dispositifs essayés conformément à un essai de type.

NOTES

1 Un exemple de méthode d'extrapolation à partir d'un dispositif essayé conforme à un essai de type est donné dans la CEI 1117.

2 Il convient de prendre soin de comparer la résistance mécanique du conducteur, la distance entre les parties actives et les masses, la distance entre les supports, la hauteur et la résistance des supports ainsi que la résistance et le type de structure du support.

8.2.4 Vérification de l'efficacité du circuit de protection

8.2.4.1 Vérification de la connexion réelle entre les masses de l'ENSEMBLE et le circuit de protection

Il doit être vérifié que les différentes masses de l'ENSEMBLE sont effectivement raccordées au circuit de protection conformément aux prescriptions de 7.4.3.1.

En cas de doute, si d'autres dispositions constructives que celles énoncées en 7.4.3.1.1 sont utilisées pour assurer la continuité, il peut être vérifié par une mesure que la résistance entre la borne d'entrée du conducteur de protection et la masse concernée de l'ENSEMBLE est suffisamment faible.

8.2.4.2 Essai de vérification de la tenue aux courts-circuits du circuit de protection (Ne s'applique pas aux circuits conformes à 8.2.3.1)

Une source d'essai monophasée doit être raccordée à la borne d'entrée d'une phase et à la borne d'entrée du conducteur de protection. Lorsque l'ENSEMBLE est équipé d'un conducteur de protection séparé, le conducteur de phase le plus proche doit être utilisé. Pour chaque type d'unité de départ, un essai distinct doit être effectué en réalisant, par une connexion boulonnée, un court-circuit entre la borne de sortie de la phase correspondante de cette unité et la borne de sortie du conducteur de protection correspondant de ce circuit.

Chaque unité de départ essayée doit être munie de celui des dispositifs de protection qui lui sont destinés qui laisse passer les valeurs maximales du courant de crête et de l' I^2t . Il est admis d'effectuer cet essai avec le dispositif de protection installé à l'extérieur de l'ENSEMBLE.

Lors de cet essai, le châssis de l'ENSEMBLE doit être isolé de la terre. La tension d'essai doit être égale à la valeur monophasée de la tension assignée d'emploi.

Toutes les autres conditions de cet essai doivent être analogues à celles de 8.2.3.2.

In case of doubt, it shall be checked that the apparatus incorporated in the ASSEMBLY are in a condition as prescribed in the relevant specifications.

8.2.3.2.6 For PTTA, the verification of short-circuit withstand strength shall be made:

- either by test in accordance with 8.2.3.2.1 to 8.2.3.2.5,
- or by extrapolation from similar type-tested arrangements.

NOTES

1 An example of a method of extrapolation from type-tested arrangements is given in IEC 1117.

2 Care should be taken to compare the conductor strength, distance between live parts and exposed conductive parts, distance between supports, height and strength of supports and strength and type of support locating structure.

8.2.4 Verification of the effectiveness of the protective circuit

8.2.4.1 Verification of the effective connection between the exposed conductive parts of the ASSEMBLY and the protective circuit

It shall be verified that the different exposed conductive parts of the ASSEMBLY are effectively connected to the protective circuit in accordance with the requirements of 7.4.3.1.

In case of doubt, where constructional methods other than those quoted in 7.4.3.1.1 are used to ensure continuity, a measurement may be carried out to verify that the resistance between the terminal for the incoming protective conductor and the relevant exposed conductive part of the ASSEMBLY is sufficiently low.

8.2.4.2 Verification of the short-circuit strength of the protective circuit by test (Does not apply for circuits according to 8.2.3.1)

A single-phase test supply shall be connected to the incoming terminal of one phase and to the terminal for the incoming protective conductor. When the ASSEMBLY is provided with a separate protective conductor, the nearest phase conductor shall be used. For each representative outgoing unit, a separate test shall be made with a bolted short-circuit connection between the corresponding outgoing phase terminal of the unit and the terminal for the relevant outgoing protective conductor.

Each outgoing unit on test shall be provided with that protective device of those intended for the unit which lets through the maximum values of peak current and I^2t . The test may be made with the protective device located outside the ASSEMBLY.

For this test, the frame of the ASSEMBLY shall be insulated from earth. The test voltage shall be equal to the single-phase value of the rated operational voltage.

All other conditions of this test shall be analogous to 8.2.3.2.

8.2.4.3 *Résultats à obtenir*

La continuité et la tenue aux courts-circuits du circuit de protection ne doivent pas être notablement affectées, que ce circuit soit un conducteur distinct ou le châssis.

En plus d'un examen visuel, cela peut être vérifié par des mesures avec un courant de l'ordre du courant assigné de l'unité de départ concernée.

NOTES

1 Quand le châssis est utilisé comme conducteur de protection, des étincelles et des échauffements localisés sont permis aux joints d'assemblage, pourvu que la continuité électrique ne soit pas compromise et que les parties inflammables adjacentes ne soient pas enflammées.

2 La comparaison des résistances, mesurées avant et après l'exécution de l'essai, entre la borne d'entrée du conducteur de protection et la borne de départ du conducteur de protection correspondant donne une indication de la conformité à cette condition.

8.2.5 *Vérification des distances d'isolement et des lignes de fuite*

On doit vérifier que les distances d'isolement et les lignes de fuite sont conformes aux valeurs spécifiées en 7.1.2.

Si cela est nécessaire, ces distances d'isolement et ces lignes de fuite doivent être vérifiées par des mesures, en tenant compte de la déformation possible des parties de l'enveloppe ou des écrans intérieurs, y compris tout changement possible dans l'éventualité d'un court-circuit.

Si l'ENSEMBLE contient des parties débrochables, il est nécessaire de vérifier que dans la position d'essai (voir 2.2.10), le cas échéant, comme dans la position de sectionnement (voir 2.2.11), les distances d'isolement et les lignes de fuite sont respectées.

8.2.6 *Vérification du fonctionnement mécanique*

Cet essai de type ne doit pas être effectué sur des dispositifs de l'ENSEMBLE qui ont été déjà soumis à un essai de type conforme à leurs spécifications propres pourvu que leur fonctionnement mécanique ne soit pas affecté par leur montage.

Pour les parties qui doivent être soumises à un essai de type, le fonctionnement mécanique satisfaisant doit être vérifié après montage de l'ENSEMBLE. Le nombre de cycles de manœuvres doit être de 50.

NOTE - En cas d'unités fonctionnelles débrochables, le cycle doit partir de la position raccordée à la position de sectionnement et revenir à la position raccordée.

En même temps, le fonctionnement des mécanismes de verrouillage associés à ces mouvements doit être vérifié. L'essai est considéré comme satisfaisant si les conditions de fonctionnement des appareils, des mécanismes de verrouillage, etc., n'ont pas été compromises et si l'effort nécessaire au fonctionnement est pratiquement le même qu'avant l'essai.

8.2.7 *Vérification du degré de protection*

Le degré de protection procuré conformément à 7.2.1 doit être vérifié selon la CEI 529 en faisant, si nécessaire, des adaptations appropriées au type particulier de l'ENSEMBLE. Le dispositif d'essai pour IP3X et IP4X ainsi que le type de support de l'enveloppe pendant l'essai IP4X doivent être notés dans le rapport d'essai.

8.2.4.3 *Results to be obtained*

The continuity and the short-circuit withstand strength of the protective circuit, whether it consists of a separate conductor or the frame, shall not be significantly impaired.

Besides visual inspection, this may be verified by measurements with a current in the order of the rated current of the relevant outgoing unit.

NOTES

1 Where the frame is used as a protective conductor, sparks and localized heating at joints are permitted, provided they do not impair the electrical continuity, and provided that adjacent flammable parts are not ignited.

2 A comparison of the resistances, measured before and after the test, between the terminal for the incoming protective conductor and the terminal for the relevant outgoing protective conductor gives an indication of conformity with this condition.

8.2.5 *Verification of clearances and creepage distances*

It shall be verified that the clearances and creepage distances comply with the values specified in 7.1.2.

If necessary, these clearances and creepage distances shall be verified by measurement, taking account of possible deformation of parts of the enclosure or of the internal screens, including any possible changes in the event of a short-circuit.

If the ASSEMBLY contains withdrawable parts, it is necessary to verify that both in the test position (see 2.2.10), if any, and in the disconnected position (see 2.2.11), the clearances and creepage distances are complied with.

8.2.6 *Verification of mechanical operation*

This type test shall not be made on such devices of the ASSEMBLY which have already been type tested according to their relevant specifications provided their mechanical operation is not impaired by their mounting.

For those parts which need a type test, satisfactory mechanical operation shall be verified after installation in the ASSEMBLY. The number of operating cycles shall be 50.

NOTE - In the case of withdrawable functional units, the cycle shall be from the connected to the disconnected position and back to the connected position.

At the same time, the operation of the mechanical interlocks associated with these movements shall be checked. The test is considered to have been passed if the operating conditions of the apparatus, interlocks, etc., have not been impaired and if the effort required for operation is practically the same as before the test.

8.2.7 *Verification of degree of protection*

The degree of protection provided in accordance with 7.2.1 shall be verified in accordance with IEC 529, making, where necessary, adaptations to suit the particular type of the ASSEMBLY. The test device for IP3X and IP4X as well as the type of support for the enclosure during the IP4X test shall be stated in the test report.

Les ENSEMBLES ayant un degré de protection IP5X doivent être essayés selon la catégorie 2 en 13.4 de la CEI 529.

Les ENSEMBLES ayant un degré de protection IP6X doivent être essayés selon la catégorie 1 en 13.4 de la CEI 529.

8.2.8 *Vérification des propriétés des matériaux isolants*

A l'étude.

8.3 *Essais individuels*

8.3.1 *Inspection de l'ENSEMBLE comprenant l'examen du câblage et, si nécessaire, un essai de fonctionnement électrique*

On doit vérifier l'efficacité des éléments de commande mécanique, verrouillages, loquets, etc. Les conducteurs et les câbles doivent être vérifiés pour s'assurer de leur bonne disposition: il en sera de même pour le montage correct des appareils. Une inspection visuelle est aussi nécessaire pour s'assurer que le degré de protection, les distances d'isolement et les lignes de fuite prescrits sont respectés.

On doit vérifier, éventuellement par des essais effectués au hasard, le contact satisfaisant des connexions, en particulier des connexions à vis et des connexions boulonnées.

En outre, il faut s'assurer que les renseignements et repères prévus en 5.1 et 5.2 sont complets et que l'ENSEMBLE y correspond. De plus, la conformité de l'ENSEMBLE aux schémas des circuits et de câblage, aux renseignements techniques, etc. fournis par le constructeur doit faire l'objet d'une vérification.

Selon la complexité de l'ENSEMBLE, il peut être nécessaire d'inspecter le câblage et d'effectuer un essai de fonctionnement électrique. Les modalités d'essai et le nombre d'essais dépendant du fait que l'ENSEMBLE contient ou non des verrouillages compliqués, des dispositifs de commande à séquence, etc.

Dans certains cas, il peut être nécessaire de faire ou de répéter cet essai sur le site lorsqu'on réalise l'installation pour laquelle l'ENSEMBLE est prévu. Dans ce cas, un accord spécial doit être conclu entre le constructeur et l'utilisateur.

8.3.2 *Essai diélectrique*

Les essais doivent être faits:

- en conformité avec 8.3.2.1 et le point b) de 8.3.2.2 si le constructeur a annoncé une valeur de tension de tenue aux chocs U_{imp} (voir 4.1.3);
- en conformité avec 8.3.2.1 et le point a) de 8.3.2.2 dans les autres cas.

Il n'est pas nécessaire d'effectuer ces essais sur les EDS dont la résistance d'isolement a été essayée conformément à 8.3.4.

ASSEMBLIES having a degree of protection of IP5X shall be tested according to category 2 in 13.4 of IEC 529.

ASSEMBLIES having a degree of protection of IP6X shall be tested according to category 1 in 13.4 of IEC 529.

8.2.8 *Verification of the properties of insulating materials*

Under consideration.

8.3 *Routine tests*

8.3.1 *Inspection of the ASSEMBLY including inspection of wiring and, if necessary, electrical operation test*

The effectiveness of mechanical actuating elements, interlocks, locks, etc., shall be checked. The conductors and cables shall be checked for proper laying and the devices for proper mounting. A visual inspection is also necessary to ensure that the prescribed degree of protection, creepage and clearance distances are maintained.

The connections, especially the screwed connections, shall be checked for adequate contact, possibly by random tests.

Further it shall be verified that the information and markings specified in 5.1 and 5.2 are complete, and that the ASSEMBLY corresponds to these. In addition, the conformity of the ASSEMBLY to the circuit and wiring diagrams, technical data, etc., provided by the manufacturer shall be checked.

Depending on the complexity of the ASSEMBLY, it may be necessary to inspect the wiring and to carry out an electrical functioning test. The test procedure and the number of tests depend on whether or not the ASSEMBLY includes complicated interlocks, sequence control facilities, etc.

In some cases, it may be necessary to make or repeat this test on site when putting the installation for which the ASSEMBLY is intended into operation. In this case, a special agreement shall be made between manufacturer and user.

8.3.2 *Dielectric test*

Tests shall be made:

- in accordance with 8.3.2.1 and item b) of 8.3.2.2 if the manufacturer has declared a value of the rated impulse withstand voltage U_{imp} (see 4.1.3)
- in accordance with 8.3.2.1 and item a) of 8.3.2.2 in the other cases.

These tests need not be made on PTTA whose insulation resistance has been verified in accordance with 8.3.4.

8.3.2.1 Généralités

Tout l'équipement électrique de l'ENSEMBLE doit être connecté pour l'essai, sauf les appareils qui, conformément aux prescriptions les concernant, sont prévus pour une tension d'essai plus basse, et les appareils récepteurs (par exemple les enroulements, les instruments de mesure) dans lesquels l'application de la tension d'essai provoquerait le passage d'un courant, doivent être débranchés. Ces appareils doivent être débranchés à une de leurs bornes, à moins qu'ils ne soient pas conçus pour tenir la pleine tension d'essai; dans ce cas, toutes les bornes peuvent être déconnectées.

Les condensateurs antiparasites installés entre les parties actives et les masses ne doivent pas être déconnectés et ils doivent être capables de supporter la tension d'essai.

8.3.2.2 Application, durée et valeur de la tension d'essai

a) La tension d'essai conformément à 8.2.2.4 doit être appliquée pendant 1 s. La source de courant alternatif doit avoir une puissance suffisante pour maintenir la tension d'essai, quels que puissent être tous les courants de fuite. La tension d'essai doit avoir une forme d'onde pratiquement sinusoïdale et une fréquence comprise entre 45 Hz et 62 Hz.

Si l'équipement inséré dans les circuits principaux ou auxiliaires à essayer a précédemment été soumis à un essai diélectrique, la tension d'essai doit être réduite à 85 % de la valeur indiquée en 8.2.2.4.

Pour l'essai:

- soit les appareils de connexion doivent être fermés,
- soit la tension d'essai doit être appliquée successivement à toutes les parties du circuit.

La tension d'essai doit être appliquée entre les parties actives et le châssis de l'ENSEMBLE.

b) Ces essais doivent être effectués conformément à 8.2.2.6.2 et 8.2.2.6.3. Si, dans un circuit, des constituants sont incorporés qui, conformément à leurs normes de la CEI, ont subi des essais individuels avec des tensions d'essai inférieures, ces tensions inférieures doivent être utilisées pour l'essai. Cependant, la tension d'essai ne doit pas être inférieure à la plus grande des deux valeurs suivantes: 30 % de la tension assignée de tenue aux chocs la plus élevée (sans facteur de correction de l'altitude) ou deux fois la tension assignée d'isolement.

8.3.2.3 Résultats à obtenir

L'essai est considéré comme satisfaisant s'il n'y a pas de perforation ou de contournement.

8.3.3 Vérification des mesures de protection et de la continuité électrique des circuits de protection

Les mesures de protection contre les contacts directs et indirects doivent faire l'objet d'une vérification.

Les circuits de protection doivent être vérifiés par inspection pour s'assurer que les mesures prescrites en 7.4.3.1.5 sont appliquées. En particulier, le contact satisfaisant des connexions à vis et des connexions boulonnées doit être vérifié, éventuellement par des essais effectués au hasard.

8.3.2.1 General

All electrical equipment of the ASSEMBLY shall be connected for the test, except those apparatus which, according to the relevant specifications, are designed for a lower test voltage, and current-consuming apparatus (e.g. windings, measuring instruments) in which the application of the test voltage would cause the flow of a current, shall be disconnected. These apparatus shall be disconnected at one of their terminals unless they are not designed to withstand the full test voltage, in which case all terminals may be disconnected.

Anti-interference capacitors installed between live and exposed conductive parts shall not be disconnected and shall be capable of withstanding the test voltage.

8.3.2.2 Application, duration and value of test voltage

- a) The test voltage according to 8.2.2.4 shall be applied for 1 s. The a.c. source shall have sufficient power to maintain the test voltage irrespective of all leakage currents. The test voltage shall have a practically sinusoidal waveform and a frequency between 45 Hz and 62 Hz.

If the equipment included in the main or auxiliary circuits to be tested has previously been subjected to a dielectric test, the test voltage shall be reduced to 85 % of the value indicated in 8.2.2.4.

For the test:

- either all switching devices shall be closed, or
- the test voltage shall be supplied successively to all parts of the circuit.

The test voltage shall be applied between the live parts and the frame of the ASSEMBLY.

- b) The tests shall be made in accordance with 8.2.2.6.2 and 8.2.2.6.3. If, in a circuit, components are incorporated which, in accordance with their IEC standards are routine tested with lower test voltages, these lower voltages shall be used for the test. However, the test voltage shall be not less than 30 % of the rated impulse withstand voltage (without altitude correction factor) or twice the rated insulation voltage, whichever is the higher.

8.3.2.3 Results to be obtained

The test is considered to have been passed if there is no puncture or flashover.

8.3.3 Checking of protective measures and of the electrical continuity of the protective circuits

The protective measures with regard to protection against direct and indirect contacts shall be checked.

The protective circuits shall be checked by inspection to ascertain that the measures prescribed in 7.4.3.1.5 are complied with. In particular, screwed connections shall be checked for adequate contact, possibly by random tests.

8.3.4 *Vérification de la résistance d'isolement*

Pour les EDS qui n'ont pas été soumis à un essai diélectrique conformément au 8.2.2 ou 8.3.2, une mesure de l'isolement doit être effectuée à l'aide d'un appareil de mesure d'isolement sous une tension d'au moins 500 V.

Dans ce cas, l'essai est censé être satisfaisant si la résistance d'isolement entre les circuits et la masse est d'au moins 1 000 Ω/V par circuit rapportés à la tension nominale de ce circuit par rapport à la terre.

Par exception, les éléments qui, selon leurs règles spécifiques, sont des appareils récepteurs (par exemple les enroulements, les instruments de mesure) lors de l'application de la tension d'essai ou qui ne sont pas conçus pour la pleine tension d'essai doivent être débranchés à une ou toutes leurs bornes, selon le cas.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60439-1:1992

8.3.4 *Verification of insulation resistance*

For PTTA which have not been subjected to a dielectric test according to 8.2.2 or 8.3.2, an insulation measurement using an insulation measuring device at a voltage of at least 500 V shall be carried out.

In this case, the test is deemed satisfactory if the insulation resistance between circuits and exposed conductive parts is at least 1 000 Ω/V per circuit referred to nominal voltage to earth of these circuits.

By exception, items which according to their specific requirements are current-consuming apparatus (e.g. windings, measuring instruments) at the application of the test voltage or are not designed for the full test voltage shall be disconnected as appropriate.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60439-1:1992

Tableau 13 - Tensions de tenue diélectrique pour essais aux ondes de choc, à fréquence industrielle et en courant continu

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tensions d'essais et altitudes correspondantes									
	$U_{1,2/50}$ courant alternatif (valeur de crête) et courant continu					Valeur efficace				
	kV					kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	0,36	0,36	0,35	0,34	0,33	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23
0,5	0,54	0,54	0,53	0,52	0,5	0,38	0,38	0,38	0,37	0,36
0,8	0,95	0,9	0,9	0,85	0,8	0,67	0,64	0,64	0,60	0,57
1,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5	2,1	2,0	2,0	1,9	1,77
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4	3,5	3,4	3,3	3,1	2,83
6	7,4	7,2	7	6,7	6	5,3	5,1	5,0	4,75	4,24
8	9,8	9,6	9,3	9	8	7,0	6,8	6,6	6,4	5,66
12	14,8	14,5	14	13,3	12	10,5	10,3	10,0	9,5	8,48

NOTES

- 1 Le tableau 13 utilise les caractéristiques d'un champ homogène, cas B (voir 2.9.15) pour lesquelles les valeurs des tensions de tenue aux chocs, des tensions en courant continu et des tensions de crête en courant alternatif sont les mêmes. La valeur efficace est calculée à partir de la valeur de crête en courant alternatif.
- 2 Lorsque les distances d'isolement sont comprises entre les conditions du cas A et celles du cas B, les valeurs du tableau 13 pour le courant alternatif et le courant continu sont plus sévères que pour la tension de choc.
- 3 Les essais à fréquence industrielle sont faits sous réserve de l'accord du constructeur (voir 8.2.2.6.2).

Table 13 - Dielectric withstand voltages for impulse, power frequency and d.c. tests

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Test voltages and corresponding altitudes									
	$U_{1,2/50}$ a.c. peak and d.c.					A.C. r.m.s.				
	kV					kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	0,36	0,36	0,35	0,34	0,33	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23
0,5	0,54	0,54	0,53	0,52	0,5	0,38	0,38	0,38	0,37	0,36
0,8	0,95	0,9	0,9	0,85	0,8	0,67	0,64	0,64	0,60	0,57
1,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5	2,1	2,0	2,0	1,9	1,77
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4	3,5	3,4	3,3	3,1	2,83
6	7,4	7,2	7	6,7	6	5,3	5,1	5,0	4,75	4,24
8	9,8	9,6	9,3	9	8	7,0	6,8	6,6	6,4	5,66
12	14,8	14,5	14	13,3	12	10,5	10,3	10,0	9,5	8,48

NOTES

1 Table 13 uses the characteristics of a homogeneous field, case B (see 2.9.15) for which the impulse, d.c. and peak a.c. withstand voltage values are the same. The r.m.s. value is derived from the a.c. peak value.

2 Where clearances are between case A and case B conditions, the a.c. and d.c. values of table 13 are more severe than the impulse voltage.

3 Power frequency voltage testing is subject to the manufacturer's agreement (see 8.2.2.6.2).

Tableau 14 - Distances minimales d'isolement dans l'air

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Distances minimales d'isolement mm							
	Cas A Champ non homogène (voir 2.9.16)				Cas B Champ homogène, conditions idéales (voir 2.9.15)			
	Degré de pollution				Degré de pollution			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01				0,01			
0,5	0,04	0,2			0,04	0,2		
0,8	0,1		0,8		0,1		0,8	1,6
1,5	0,5	0,5		1,6	0,3	0,3		
2,5	1,5	1,5	1,5		0,6	0,6		
4	3	3	3	3	1,2	1,2	1,2	
6	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2	2
8	8	8	8	8	3	3	3	3
12	14	14	14	14	4,5	4,5	4,5	4,5

NOTE – Les valeurs des distances minimales d'isolement dans l'air sont basées sur des tensions de choc de 1,2/50 μ s à une pression barométrique de 80 kPa, équivalant à la pression atmosphérique normale à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer.

Tableau 15 - Tensions d'essai à travers les contacts ouverts
des matériels aptes au sectionnement

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tensions d'essais et altitudes correspondantes									
	$U_{1,2/50}$ courant alternatif (valeur de crête) et courant continu kV					Valeur efficace kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
	kV									
0,33	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
0,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
0,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
1,5	2,3	2,3	2,2	2,2	2	1,6	1,6	1,55	1,55	1,42
2,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3	2,47	2,47	2,4	2,26	2,12
4	6,2	6	5,8	5,6	5	4,38	4,24	4,10	3,96	3,54
6	9,8	9,6	9,3	9	8	7,0	6,8	6,60	6,40	5,66
8	12,3	12,1	11,7	11,1	10	8,7	8,55	8,27	7,85	7,07
12	18,5	18,1	17,5	16,7	15	13,1	12,80	12,37	11,80	10,6

NOTES

1 Lorsque les distances d'isolement sont comprises entre les conditions du cas A et celles du cas B, les valeurs du tableau 15 pour le courant alternatif et le courant continu sont plus sévères que pour la tension de choc.

2 Les essais à fréquence industrielle sont faits sous réserve de l'accord du constructeur (voir 8.2.2.6.2).

Table 14 - Minimum clearances in air

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Minimum clearances mm							
	Case A Inhomogeneous field (see 2.9.16)				Case B Homogeneous field, ideal conditions (see 2.9.15)			
	Pollution degree				Pollution degree			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01				0,01			
0,5	0,04	0,2			0,04	0,2		
0,8	0,1		0,8		0,1		0,8	1,6
1,5	0,5	0,5		1,6	0,3	0,3		
2,5	1,5	1,5	1,5		0,6	0,6		
4	3	3	3	3	1,2	1,2	1,2	
6	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2	2
8	8	8	8	8	3	3	3	3
12	14	14	14	14	4,5	4,5	4,5	4,5

NOTE - The values of minimum clearances in air are based on 1,2/50 μ s impulse voltages, for barometric pressure of 80 kPa equivalent to normal atmospheric pressure at 2 000 m above sea level.

Table 15 - Test voltages across the open contacts of equipment suitable for isolation

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Test voltages and corresponding altitudes									
	$U_{1,2/50}$ a.c. peak and d.c.					A.C. r.m.s.				
	kV					kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
0,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
0,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
1,5	2,3	2,3	2,2	2,2	2	1,6	1,6	1,55	1,55	1,42
2,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3	2,47	2,47	2,4	2,26	2,12
4	6,2	6	5,8	5,6	5	4,38	4,24	4,10	3,96	3,54
6	9,8	9,6	9,3	9	8	7,0	6,8	6,60	6,40	5,66
8	12,3	12,1	11,7	11,1	10	8,7	8,55	8,27	7,85	7,07
12	18,5	18,1	17,5	16,7	15	13,1	12,80	12,37	11,80	10,6

NOTES

- Where clearances are between case A and case B conditions, the a.c. and d.c. values of table 15 are more severe than the impulse voltage.
- Power frequency voltage testing is subject to the manufacturer's agreement (see 8.2.2.6.2).

Tableau 16 – Lignes de fuite minimales

Tension assignée d'isolement ou tension locale en valeur efficace ou courant continu V ⁵⁾	Lignes de fuite pour les matériels sujets à des contraintes de longue durée mm														
	Degré de pollution			Degré de pollution				Degré de pollution				Degré de pollution			
	1 ⁶⁾	2 ⁶⁾	1	2				3				4			
	Groupe de matériau			Groupe de matériau				Groupe de matériau				Groupe de matériau			
	2)	3)	2)	I ¹⁾	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4		1	1	1		1,6	1,6	1,6	
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42		1,05	1,05	1,05		1,6	1,6	1,6	
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45		1,1	1,1	1,1		1,6	1,6	1,6	
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48		1,2	1,2	1,2		1,6	1,6	1,6	
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5		1,25	1,25	1,25		1,7	1,7	1,7	
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53		1,3	1,3	1,3		1,8	1,8	1,8	
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1		1,4	1,6	1,8		1,9	2,4	3	
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2		1,5	1,7	1,9		2	2,5	3,2	
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25		1,6	1,8	2		2,1	2,6	3,4	
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3		1,7	1,9	2,1		2,2	2,8	3,6	
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4		1,8	2	2,2		2,4	3,0	3,8	
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5		1,9	2,1	2,4		2,5	3,2	4	
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6		2	2,2	2,5		3,2	4	5	
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2		2,5	2,8	3,2		4	5	6,3	
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5		3,2	3,6	4		5	6,3	8	
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2		4	4,5	5		6,3	8	10	
400	1	2	1	2	2,8	4		5	5,6	6,3		8	10	12,5	
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5		6,3	7,1	8,0		10	12,5	16	
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3		8	9	10		12,5	16	20	
800	2,4	4	2,4	4	5,6	8		10	11	12,5		16	20	25	
1 000	3,2	5	3,2	5	7,1	10		12,5	14	16		20	25	32	
1 250			4,2	6,3	9	12,5		16	18	20		25	32	40	
1 600			5,6	8	11	16		20	22	25		32	40	50	
2 000			7,5	10	14	20		25	28	32		40	50	63	
2 500			10	12,5	18	25		32	36	40	4)	50	63	80	
3 200			12,5	16	22	32		40	45	50		63	80	100	
4 000			16	20	28	40		50	56	63		80	100	125	
5 000			20	25	36	50		63	71	80		100	125	160	
6 300			25	32	45	63		80	90	100		125	160	200	
8 000			32	40	56	80		100	110	125		160	200	250	
10 000			40	50	71	100		125	140	160		200	250	320	

1) Groupe de matériau I ou groupes de matériaux II, IIIa, IIIb où les risques de cheminement sont réduits par suite des conditions de 2.4 de la CEI 664-1.

2) Groupes de matériaux I, II, IIIa, IIIb.

3) Groupes de matériaux I, II, IIIa.

4) Les valeurs des lignes de fuite n'ont pas été déterminées pour cette zone. Il n'est généralement pas recommandé d'utiliser le groupe de matériau IIIb pour le degré de pollution 3 au-dessus de 630 V et pour le degré de pollution 4.

5) On peut utiliser, pour des tensions 127, 208, 415, 440, 660/690 et 830 V, les valeurs de lignes de fuite correspondant respectivement à 125, 200, 400, 630 et 800 V.

6) Les valeurs indiquées dans ces deux colonnes s'appliquent aux lignes de fuite des matériaux pour circuits imprimés.

NOTES

1 Il est à noter que le cheminement ou l'érosion n'apparaît pas sur une isolation soumise à des tensions locales inférieures ou égales à 32 V. Cependant, on doit prendre en considération la possibilité de corrosion électrolytique et pour cette raison les lignes de fuite minimales ont été spécifiées.

2 Les valeurs de la tension sont choisies conformément à la série R10.