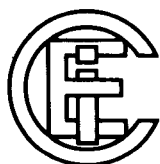


NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

**CEI
IEC
947-1**

Première édition
First edition
1988



Commission Electrotechnique Internationale

International Electrotechnical Commission

Международная Электротехническая Комиссия

Appareillage à basse tension

Première partie: Règles générales

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 1: General rules

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-1:1988

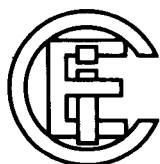
IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 60947-1:1988

Withdrawn

NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
947-1

Première édition
First edition
1988



Commission Electrotechnique Internationale

International Electrotechnical Commission

Международная Электротехническая Комиссия

Appareillage à basse tension

Première partie: Règles générales

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 1: General rules

© CEI 1988 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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Articles	
1. Généralités	10
1.1 Domaine d'application	10
1.2 Objet	10
2. Définitions	12
Index alphabétique des définitions	12
2.1 Termes généraux	20
2.2 Appareils de connexion	24
2.3 Parties d'appareils de connexion	28
2.4 Manœuvre des appareils de connexion	32
2.5 Grandeurs caractéristiques	40
2.6 Essais	54
3. Classification	54
4. Caractéristiques	56
Liste alphabétique des caractéristiques (assignées ou non) et des symboles	56
4.1 Généralités	56
4.2 Type du matériel	58
4.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal	58
4.4 Catégorie d'emploi	68
4.5 Circuits de commande	68
4.6 Circuits auxiliaires	70
4.7 Relais et déclencheurs	70
4.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)	70
4.9 Surtensions de manœuvre	72
5. Informations sur le matériel	72
5.1 Nature des informations	72
5.2 Marquage	74
5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	74
6. Conditions normales de service, de montage et de transport	76
6.1 Conditions normales de service	76
6.2 Conditions pendant le transport et le stockage	78
6.3 Montage	80
7. Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	80
7.1 Dispositions constructives	80
7.1.1 Matériaux	80
7.1.2 Parties transportant le courant et leurs connexions	80
7.1.3 Distances d'isolement et lignes de fuite	80
7.1.4 Organe de commande	80
7.1.5 Indication de la position des contacts	82
7.1.6 Prescriptions supplémentaires de sécurité pour les matériels aptes au sectionnement	82
7.1.7 Bornes	84
7.1.8 Prescriptions supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre	86
7.1.9 Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection	88
7.1.10 Enveloppes pour le matériel	90
7.1.11 Degrés de protection du matériel sous enveloppe	90
7.2 Dispositions relatives au fonctionnement	90
7.2.1 Conditions de fonctionnement	90
7.2.2 Echauffement	94
7.2.3 Propriétés diélectriques	98
7.2.4 Aptitude à l'établissement, au passage et à la coupure des courants à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge	102
7.2.5 Aptitude à l'établissement, au passage et à la coupure des courants de court-circuit	104
7.2.6 Surtensions de manœuvre	106
7.2.7 Courants de fuite des matériels aptes au sectionnement	106

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	
1. General	11
1.1 Scope	11
1.2 Object	11
2. Definitions	13
Alphabetical index of definitions	13
2.1 General terms	21
2.2 Switching devices	25
2.3 Parts of switching devices	29
2.4 Operation of switching devices	33
2.5 Characteristic quantities	41
2.6 Tests	55
3. Classification	55
4. Characteristics	57
Alphabetical list of characteristics (whether rated or not) and symbols	57
4.1 General	57
4.2 Type of equipment	59
4.3 Rated and limiting values for the main circuit	59
4.4 Utilization category	69
4.5 Control circuits	69
4.6 Auxiliary circuits	71
4.7 Relays and releases	71
4.8 Co-ordination with short-circuit protective devices (SCPDS)	71
4.9 Switching overvoltages	73
5. Product information	73
5.1 Nature of information	73
5.2 Marking	75
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance	75
6. Normal service, mounting and transport conditions	77
6.1 Normal service conditions	77
6.2 Conditions during transport and storage	79
6.3 Mounting	81
7. Constructional and performance requirements	81
7.1 Constructional requirements	81
7.1.1 Materials	81
7.1.2 Current-carrying parts and their connections	81
7.1.3 Clearances and creepage distances	81
7.1.4 Actuator	81
7.1.5 Indication of the contact position	83
7.1.6 Additional safety requirements for equipment suitable for isolation	83
7.1.7 Terminals	85
7.1.8 Additional requirements for equipment provided with a neutral pole	87
7.1.9 Provisions for protective earthing	89
7.1.10 Enclosures for equipment	91
7.1.11 Degrees of protection of enclosed equipment	91
7.2 Performance requirements	91
7.2.1 Operating conditions	91
7.2.2 Temperature-rise	95
7.2.3 Dielectric properties	99
7.2.4 Ability to make, carry and break currents under no-load, normal load and overload conditions	103
7.2.5 Ability to make, carry and break short-circuit currents	105
7.2.6 Switching overvoltages	107
7.2.7 Leakage currents of equipment suitable for isolation	107

Articles	Pages
8. Essais	106
8.1 Nature des essais	106
8.1.1 Généralités	106
8.1.2 Essais de type	108
8.1.3 Essais individuels	108
8.1.4 Essais sur prélèvement	108
8.2 Conformité aux dispositions constructives	108
8.2.1 Matériaux	110
8.2.2 Matériel	110
8.2.3 Enveloppes pour le matériel	110
8.2.4 Propriétés mécaniques des bornes	110
8.2.5 Vérification de la robustesse du mécanisme transmetteur et de l'indicateur de position des matériels aptes au sectionnement	122
8.3 Fonctionnement	122
8.3.1 Séquences d'essais	122
8.3.2 Conditions générales pour les essais	122
8.3.3 Fonctionnement à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge	126
8.3.4 Fonctionnement en court-circuit	154
FIGURE 1	114
FIGURE 2	122
FIGURES 3 à 15	168

TABLEAUX

I. Sections normales des conducteurs ronds en cuivre	86
II. Limites d'échauffement des bornes	96
III. Limites d'échauffement des parties accessibles	98
IV. Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis	112
V. Grandeurs d'essai pour les essais de flexion et de traction des conducteurs ronds en cuivre	116
VI. Grandeurs d'essai pour l'essai de traction des conducteurs plats en cuivre	118
VII. Sections maximales des conducteurs et gabarits correspondants	120
VIII. Tolérances sur les grandeurs d'essai	124
IX. Conducteurs d'essai en cuivre pour courants d'essai inférieurs ou égaux à 400 A	134
X. Conducteurs d'essai en cuivre pour courants d'essai supérieurs à 400 A et ne dépassant pas 800 A	134
XI. Barres d'essai en cuivre pour courants d'essai supérieurs à 400 A et ne dépassant pas 3 150 A	136
XII. Tensions de tenue diélectrique pour essais aux ondes de choc, à fréquence industrielle et en courant continu	142
XIII. Distances minimales d'isolement dans l'air	144
XIV. Tensions d'essai à travers les contacts ouverts des matériels aptes au sectionnement	144
XV. Lignes de fuite minimales	146
XVI. Valeurs des facteurs de puissance et des constantes de temps correspondant aux courants d'essai et rapport n entre la valeur de crête et la valeur efficace du courant	158
ANNEXE A — Exemples de catégories d'emploi pour l'appareillage à basse tension	182
ANNEXE B — Conformité du matériel quand les conditions de fonctionnement en service diffèrent des conditions normales	184
ANNEXE C — Degrés de protection du matériel sous enveloppe	186
ANNEXE D — Exemples de bornes	216
ANNEXE E — Description d'une méthode pour le réglage du circuit de charge	222
ANNEXE F — Détermination du facteur de puissance ou de la constante de temps d'un court-circuit	228
ANNEXE G — Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement	232
ANNEXE H — Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs des matériels	240
ANNEXE J — Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur	246

Clause	Page
8. Tests	107
8.1 Kinds of test	107
8.1.1 General	107
8.1.2 Type tests	109
8.1.3 Routine tests	109
8.1.4 Sampling tests	109
8.2 Compliance with constructional requirements	109
8.2.1 Materials	111
8.2.2 Equipment	111
8.2.3 Enclosures for equipment	111
8.2.4 Mechanical properties of terminals	111
8.2.5 Verification of strength of actuating system and position indicator of equipment suitable for isolation	123
8.3 Performance	123
8.3.1 Test sequences	123
8.3.2 General test conditions	123
8.3.3 Performance under no load, normal load and overload conditions	127
8.3.4 Performance under short-circuit conditions	155
FIGURE 1	115
FIGURE 2	123
FIGURES 3 to 15	168
 TABLES	
I. Standard cross-sections of round copper conductors	87
II. Temperature-rise limits of terminals	97
III. Temperature-rise limits of accessible parts	99
IV. Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals	113
V. Test values for flexion and pull-out tests for round copper conductors	117
VI. Test values for pull-out test for flat copper conductors	119
VII. Maximum conductor cross-sections and corresponding gauges	121
VIII. Tolerances on test quantities	125
IX. Test copper conductors for test currents up to 400 A inclusive	135
X. Test copper conductors for test currents above 400 A and up to 800 A inclusive	135
XI. Test copper bars for test currents above 400 A and up to 3 150 A inclusive	137
XII. Dielectric withstand voltages for impulse, power frequency and d.c. tests	143
XIII. Minimum clearances in air	145
XIV. Test voltages across the open contacts of equipment suitable for isolation	145
XV. Minimum creepage distances	147
XVI. Values of power-factors and time-constants corresponding to test currents, and ratio n between peak and r.m.s. values of current	159
 APPENDIX A — Examples of utilization categories for low-voltage switchgear and controlgear	183
APPENDIX B — Suitability of the equipment when conditions for operation in service differ from the normal conditions	185
APPENDIX C — Degrees of protection of enclosed equipment	187
APPENDIX D — Examples of terminals	216
APPENDIX E — Description of a method for adjusting the load circuit	223
APPENDIX F — Determination of short-circuit power-factor or time-constant	229
APPENDIX G — Measurement of creepage distances and clearances	233
APPENDIX H — Correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of equipment	241
APPENDIX J — Items subject to agreement between manufacturer and user	247

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION

Première partie: Règles générales

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la C E I, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la C E I et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 4) La C E I 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.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 17B: Appareillage à basse tension, du Comité d'Etudes n° 17 de la C E I: Appareillage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote	Procédure des Deux Mois	Rapports de vote
17B(BC)123	17B(BC)130	{ 17B(BC)136 modifié par 17B(BC)142 17B(BC)137 17B(BC)153 17B(BC)144	17B(BC)141
17B(BC)124	17B(BC)132		17B(BC)147
17B(BC)125	17B(BC)133		17B(BC)145
17B(BC)129	17B(BC)143		17B(BC)159
			17B(BC)154

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 publications suivantes de la C E I sont citées dans la présente norme:

- Publications n°s
- 50(151) (1978): Vocabulaire Electronique International (VEI), Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.
 - 50(441) (1984): Chapitre 441: Appareillage et fusibles.
 - 50(604) (1987): Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique — Exploitation.
 - 50(826) (1982): Chapitre 826: Installations électriques des bâtiments.
 - 60: Techniques des essais à haute tension.
 - 71-1 (1976): Coordination de l'isolement, Première partie: Termes, définitions, principes et règles.
 - 73 (1984): Couleurs des voyants lumineux de signalisation et des boutons-poussoirs.
 - 85 (1984): Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique.
 - 99-1 (1970): Parafoudres, Première partie: Parafoudres à résistance variable pour réseaux à courant alternatif.
 - 112 (1979): Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides.
 - 144 (1963): Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.
 - 216: Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques.
 - 269-1 (1986): Fusibles basse tension, Première partie: Règles générales.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

Part 1: General rules

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 I E C expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the I E C recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the I E C recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.
- 4) The I E C 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.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of I E C Technical Committee No. 17: Switchgear and controlgear.

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

Six Months' Rule	Reports on Voting	Two Months' Procedure	Reports on Voting
17B(CO)123	17B(CO)130	17B(CO)136 amended by	17B(CO)141
17B(CO)124	17B(CO)132	17B(CO)142	17B(CO)147
17B(CO)125	17B(CO)133	17B(CO)137	17B(CO)145
17B(CO)129	17B(CO)143	17B(CO)153	17B(CO)159
		17B(CO)144	17B(CO)154

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

The following I E C publications are quoted in this standard:

- Publications Nos.
- 50(151) (1978): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 151: Electrical and magnetic devices.
 - 50(441) (1984): Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses.
 - 50(604) (1987): Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity — Operation.
 - 50(826) (1982): Chapter 826: Electrical installations of buildings.
 - 60: High-voltage test techniques.
 - 71-1 (1976): Insulation co-ordination, Part 1: Terms, definitions, principles and rules.
 - 73 (1984): Colours of indicator lights and push-buttons.
 - 85 (1984): Thermal evaluation and classification of electrical insulation.
 - 99-1 (1970): Lightning arresters, Part 1: Non-linear resistor type arresters for a.c. systems.
 - 112 (1979): Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions.
 - 144 (1963): Degrees of protection of enclosures for low-voltage switchgear and controlgear.
 - 216: Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials.
 - 269-1 (1986): Low-voltage fuses, Part 1: General requirements.

- 269-2 (1986): Deuxième partie: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels).
- 364-4-443: Installations électriques des bâtiments, Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité. Chapitre 44: Protection contre les surtensions. Section 443 — Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique. (En préparation.)
- 417 (1973): Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles.
- 439-1 (1985): Ensembles d'appareillage à basse tension, Première partie: Règles pour les ensembles de série et les ensembles dérivés de série.
- 445 (1973): Identification des bornes d'appareils et règles générales pour un système uniforme de marquage des bornes utilisant une notation alphanumérique.
- 447 (1974): Normalisation du sens de mouvement des organes de manœuvre des appareils électriques.
- 529 (1976): Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.
- 617-7 (1983): Symboles graphiques pour schémas, Septième partie: Appareillage et dispositifs de commande et de protection.
- 664 (1980): Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension y compris les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des matériels.
- 664A (1981): Premier complément.

- 269-2 (1986): Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application).
- 364-4-443: Electrical installations of buildings, Part 4: Protection for safety. Chapter 44: Protection against overvoltages. Section 443: Protection against overvoltages of atmospheric origin. (In preparation.)
- 417 (1973): Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets.
- 439-1 (1985): Low-voltage switchgear and controlgear assemblies, Part 1: Requirements for type-tested and partially type-tested assemblies.
- 445 (1973): Identification of apparatus terminals and general rules for a uniform system of terminal marking, using an alphanumeric notation.
- 447 (1974): Standard directions of movement for actuators which control the operation of electrical apparatus.
- 529 (1976): Classification of degrees of protection provided by enclosures.
- 617-7 (1983): Graphical symbols for diagrams, Part 7: Switchgear, controlgear and protective devices.
- 664 (1980): Insulation co-ordination within low-voltage systems including clearances and creepage distances for equipment.
- 664A (1981): First supplement.

APPAREILLAGE À BASSE TENSION

Première partie: Règles générales

1. Généralités

La présente norme a pour objectif d'harmoniser dans toute la mesure possible l'ensemble des règles et des dispositions de caractère général applicables à l'appareillage à basse tension, de manière à uniformiser les prescriptions et les essais visant la gamme complète des matériels correspondants et à éviter d'avoir à effectuer des essais suivant des normes différentes.

Toutes les parties des diverses normes de matériel pouvant être considérées comme générales ont donc été réunies dans la présente norme, ainsi que des sujets spécifiques de large intérêt et d'application étendue, tels que les échauffements, les propriétés diélectriques, etc.

Il ne faut donc que deux documents principaux pour déterminer toutes les prescriptions et tous les essais relatifs à chaque type d'appareillage à basse tension:

- 1) la présente norme fondamentale, mentionnée comme «Première partie» dans la norme spécifique des différents types d'appareillage à basse tension;
- 2) la norme particulière du matériel considéré, mentionnée ci-après par l'expression «norme de matériel correspondante» ou «norme de matériel».

Pour qu'une règle générale s'applique à une norme de matériel déterminée, cette dernière doit y faire explicitement référence en mentionnant le numéro de l'article ou du paragraphe correspondant de la présente norme, suivi de l'expression «de la Première partie», par exemple, «paragraphe 7.2.3 de la Première partie».

Une norme de matériel déterminée peut ne pas prescrire et, par suite, ne pas mentionner une règle générale (si elle ne s'applique pas), ou y apporter des adjonctions (si on l'estime insuffisante dans ce cas particulier), mais elle ne peut pas s'en écarter, sauf justification technique précise.

Note. — Les normes de matériel prévues pour faire partie de la série des normes de la C E I visant l'appareillage à basse tension sont les suivantes:

- 947-2: Deuxième partie: Disjoncteurs.
- 947-3: Troisième partie: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles.
- 947-4: Quatrième partie: Contacteurs et démarreurs de moteurs.
- 947-5: Cinquième partie: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande.
- 947-6: Sixième partie: Appareils de connexion à fonctions multiples.
- 947-7: Septième partie: Matériels accessoires.

1.1 Domaine d'application

La présente norme est applicable, lorsque la norme de matériel correspondante le précise, à l'appareillage désigné ci-après «matériel», et destiné à être relié à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu.

Elle ne s'applique pas aux ensembles d'appareillage à basse tension qui sont traités dans la Publication 439 de la C E I.

Note. — Dans certains articles ou paragraphes de la présente norme, le matériel visé par celle-ci est également désigné «appareil» pour des raisons d'homogénéité avec le texte de ces articles ou paragraphes.

1.2 Objet

La présente norme a pour objet de fixer les règles et prescriptions générales communes au matériel à basse tension défini au paragraphe 1.1, comprenant par exemple:

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

Part 1: General rules

1. General

The purpose of this standard is to harmonize as far as practicable all rules and requirements of a general nature applicable to low-voltage switchgear and controlgear in order to obtain uniformity of requirements and tests throughout the corresponding range of equipment and to avoid the need for testing to different standards.

All those parts of the various equipment standards which can be considered as general have therefore been gathered in this standard together with specific subjects of wide interest and application, e.g. temperature-rise, dielectric properties, etc.

For each type of low-voltage switchgear and controlgear, only two main documents are necessary to determine all requirements and tests:

- 1) this basic standard, referred to as “Part 1” in the specific standards covering the various types of low-voltage switchgear and controlgear;
- 2) the relevant equipment standard hereinafter referred to as the “relevant product standard” or “product standard”.

For a general rule to apply to a specific product standard, it shall be explicitly referred to by the latter, by quoting the relevant clause or sub-clause number of this standard followed by “Part 1” e.g. “Sub-clause 7.2.3 of Part 1”.

A specific product standard may not require, and hence may omit, a general rule (as being not applicable), or it may add to it (if deemed inadequate in the particular case), but it may not deviate from it, unless there is a substantial technical justification.

Note. — The product standards due to be part of the series of IEC standards covering low-voltage switchgear and controlgear are:

- 947-2: Part 2: Circuit-breakers.
- 947-3: Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse combination units.
- 947-4: Part 4: Contactors and motor-starters.
- 947-5: Part 5: Control-circuit devices and switching elements.
- 947-6: Part 6: Multiple function switching devices.
- 947-7: Part 7: Ancillary equipment.

1.1 Scope

This standard applies, when required by the relevant product standard, to switchgear and controlgear hereinafter referred to as “equipment” and intended to be connected to circuits, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.

It does not apply to low-voltage switchgear and controlgear assemblies which are dealt with in IEC Publication 439.

Note. — In certain clauses or sub-clauses of this standard, the equipment covered by this standard is also referred to as “device” to be consistent with the text of such clauses or sub-clauses.

1.2 Object

The object of this standard is to state those general rules and requirements which are common to low-voltage equipment as defined in Sub-clause 1.1, including for example:

- les définitions,
- les caractéristiques,
- les informations fournies avec le matériel,
- les conditions normales de service, de montage et de transport,
- les prescriptions de construction et de fonctionnement,
- la vérification des caractéristiques et du fonctionnement.

2. Définitions

Note. — La plupart des définitions faisant partie de cet article sont extraites du VEI (Publication 50 de la C E I) sans modification. Dans ce cas, la référence du VEI est donnée entre parenthèses (le premier groupe de 3 chiffres indique la référence du chapitre du VEI).

Lorsqu'une définition du VEI est modifiée, sa référence n'est pas indiquée avec le titre, mais dans une note explicative.

Index alphabétique des définitions

Note. — La liste alphabétique des caractéristiques (assignées ou non) et des symboles est donnée à l'article 4 (page 56).

	Références	Pages
A		
Appareil de connexion	2.2.1	24
Appareil de connexion à semi-conducteurs	2.2.3	24
Appareil mécanique de connexion	2.2.2	24
Appareil mécanique de connexion à déclenchement libre	2.4.23	36
Appareil pour circuit de commande	2.2.16	26
Appareillage	2.1.1	20
Appareillage de commande	2.1.3	20
Appareillage de connexion	2.1.2	20
Auxiliaire automatique de commande	2.2.18	26
Auxiliaire de commande (pour circuits de commande et auxiliaires)	2.2.17	26
B		
Bloc de jonction	2.2.20	26
Borne	2.3.22	32
Borne à vis	2.3.23	32
Borne sans vis	2.3.24	32
Bouton-poussoir	2.2.19	26
C		
Caractéristiques assignées	2.5.4	40
Caractéristique de courant coupé limité	2.5.21	44
Caractéristique temps-courant	2.5.20	44
Catégorie d'emploi (pour un appareil de connexion ou un fusible)	2.1.18	22
Catégorie de surtension (d'un circuit ou dans un réseau)	2.5.60	52
Champ homogène (uniforme)	2.5.62	52
Champ non homogène (non uniforme)	2.5.63	52
Cheminement	2.5.64	54
Choc électrique	2.1.20	22
Circuit auxiliaire (d'un appareil de connexion)	2.3.4	28
Circuit de commande (d'un appareil de connexion)	2.3.3	28
Circuit principal (d'un appareil de connexion)	2.3.2	28
Combiné-fusibles	2.2.7	24
Commande automatique	2.4.5	34
Commande directe	2.4.6	34
Commande à distance (télécommande)	2.4.7	34
Commande manuelle	2.4.4	32
Conducteur neutre (symbole N)	2.1.15	22

- definitions,
- characteristics,
- information supplied with the equipment,
- normal service, mounting and transport conditions,
- constructional and performance requirements,
- verification of characteristics and performance.

2. Definitions

Note. — Most of the definitions listed in this clause are taken unchanged from the IECV (IEC Publication 50). When this is the case, the IECV reference is given in brackets with the title (the first group of 3 figures indicates the IECV chapter reference).

When an IECV definition is amended, the IECV reference is not indicated with the title, but in an explanatory note.

Alphabetical index of definitions

Note. — The alphabetical list of ratings, characteristics and symbols is given in Clause 4 (page 57).

	Reference	Page
A		
“a” contact	2.3.12	31
Actuating force (moment)	2.4.17	37
Actuating system (of a mechanical switching device)	2.3.16	31
Actuator	2.3.17	31
Ambient air temperature	2.1.9	21
Anti-pumping device	2.3.20	31
Applied voltage (for a switching device)	2.5.32	47
Arcing contact	2.3.8	29
Arcing time (of a multipole switching device)	2.5.41	49
Arcing time (of a pole or a fuse)	2.5.40	49
Automatic control	2.4.5	35
Auxiliary circuit (of a switching device)	2.3.4	29
Auxiliary contact	2.3.10	31
Auxiliary switch (of a mechanical switching device)	2.3.11	31
B		
“b” contact	2.3.13	31
Back-up protection	2.5.24	45
Break contact	2.3.13	31
Breaking capacity (of a switching device or a fuse)	2.5.12	43
Breaking current (of a switching device or a fuse)	2.5.11	43
Break time	2.5.42	49
C		
Circuit-breaker	2.2.11	27
Clamping unit	2.3.25	33
Clearance	2.5.46	51
Clearance between open contacts (gap)	2.5.49	51
Clearance between poles	2.5.47	51
Clearance to earth	2.5.48	51
Closed position (of a mechanical switching device)	2.4.20	37
Closing operation (of a mechanical switching device)	2.4.8	35
Closing time	2.5.44	49
Comparative tracking index (CTI)	2.5.65	55
Conditional short-circuit current (of a circuit or a switching device)	2.5.29	47
Conductive part	2.1.10	21
Contact (of a mechanical switching device)	2.3.5	29
Contact piece	2.3.6	29

	Références	Pages
Conducteur non préparé	2.3.26	32
Conducteur préparé	2.3.27	32
Conducteur de protection (symbole PE)	2.1.14	22
Contact (d'un appareil mécanique de connexion)	2.3.5	28
Contact «a»	2.3.12	30
Contact auxiliaire	2.3.10	30
Contact «b»	2.3.13	30
Contact d'arc	2.3.8	28
Contact de commande	2.3.9	28
Contact à fermeture	2.3.12	30
Contact à ouverture	2.3.13	30
Contact principal	2.3.7	28
Contacteur (mécanique)	2.2.12	26
Contacteur auxiliaire	2.2.14	26
Contacteur à semi-conducteurs (contacteur statique)	2.2.13	26
Coordination de l'isolement	2.5.61	52
Coordination pour la protection contre les surintensités des dispositifs de protection à maximum de courant	2.5.22	44
Coupe-circuit à fusibles (fusible)	2.2.4	24
Courant conventionnel de déclenchement (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant)	2.5.31	46
Courant conventionnel de non-déclenchement (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant)	2.5.30	46
Courant coupé (d'un appareil de connexion ou d'un fusible)	2.5.11	42
Courant coupé limité	2.5.19	44
Courant coupé présumé (pour un pôle d'un appareil de connexion ou un fusible)	2.5.10	42
Courant de court-circuit	2.1.6	20
Courant de court-circuit conditionnel (d'un circuit ou d'un appareil de connexion)	2.5.29	46
Courant de courte durée admissible	2.5.27	46
Courant critique de charge	2.5.16	44
Courant critique de court-circuit	2.5.17	44
Courant établi présumé (pour un pôle d'un appareil de connexion)	2.5.9	42
Courant de fonctionnement (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant)	2.4.36	38
Courant d'intersection	2.5.25	46
Courant présumé (d'un circuit et relatif à un appareil de connexion ou à un fusible)	2.5.5	40
Courant présumé symétrique (d'un circuit à courant alternatif)	2.5.7	40
Courant de réglage (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant ou de surcharge)	2.4.37	40
Courant de surcharge	2.1.8	20
Course (pour un appareil mécanique de connexion ou une partie de celui-ci)	2.4.19	36
Court-circuit	2.1.5	20
Cycle de manœuvres (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.2	32

D

Déclenchement (manœuvre de)	2.4.22	36
Déclencheur (d'un appareil mécanique de connexion)	2.3.15	30
Déclencheur shunt	2.4.33	38
Démarrateur	2.2.15	26
Degré de pollution (des conditions d'environnement)	2.5.58	52
Disjoncteur	2.2.11	26
Dispositif d'antipompage	2.3.20	30
Dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC)	2.2.21	28
Dispositif de verrouillage	2.3.21	32
Distance d'isolement	2.5.46	50
Distance d'isolement entre contacts ouverts	2.5.49	50
Distance d'isolement entre pôles	2.5.47	50
Distance d'isolement à la terre	2.5.48	50
Distance de sectionnement (d'un pôle d'un appareil mécanique de connexion)	2.5.50	50
Domaine du courant de réglage (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant ou de surcharge)	2.4.38	40
Durée d'arc (d'un appareil de connexion multipolaire)	2.5.41	48
Durée d'arc (d'un pôle ou d'un fusible)	2.5.40	48
Durée de coupure	2.5.42	48
Durée d'établissement	2.5.43	48

	Reference	Page
Contactor (mechanical)	2.2.12	27
Contactor relay	2.2.14	27
Control circuit (of a switching device)	2.3.3	29
Control circuit device	2.2.16	27
Control contact	2.3.9	29
Controlgear	2.1.3	21
Control switch (for control and auxiliary circuits)	2.2.17	27
Conventional non-tripping current (of an over-current relay or release)	2.5.30	47
Conventional tripping current (of an over-current relay or release)	2.5.31	47
Co-ordination of insulation	2.5.61	53
Creepage distance	2.5.51	51
Critical load current	2.5.16	45
Critical short-circuit current	2.5.17	45
Current setting (of an over-current or overload relay or release)	2.4.37	41
Current setting range (of an over-current or overload relay or release)	2.4.38	41
Cut-off current	2.5.19	45
Cut-off (current) characteristic	2.5.21	45
D		
D.C. steady-state recovery voltage	2.5.36	49
Definite time-delay over-current relay or release	2.4.26	39
Dependent manual operation (of a mechanical switching device)	2.4.12	35
Dependent power operation (of a mechanical switching device)	2.4.13	35
Direct over-current relay or release	2.4.28	39
Disconnecter	2.2.8	25
Discrimination — see Over-current discrimination		
E		
Electric shock	2.1.20	23
Enclosure	2.1.16	23
Exposed conductive part	2.1.11	21
Extraneous conductive part	2.1.12	23
F		
Functional overvoltage	2.5.54.3	51
Fuse	2.2.4	25
Fuse-combination unit	2.2.7	25
Fuse-element	2.2.6	25
Fuse-link	2.2.5	25
H		
Homogeneous (uniform) field	2.5.62	53
I		
Impulse withstand voltage	2.5.55	53
Independent manual operation (of a mechanical switching device)	2.4.15	37
Independent power operation (of a mechanical switching device)	2.4.16	37
Indicator light	2.3.19	31
Indirect over-current relay or release	2.4.29	39
Inhomogeneous (non-uniform) field	2.5.63	53
Instantaneous relay or release	2.4.24	37
Integral enclosure	2.1.17	23
Interlocking device	2.3.21	33
Inverse time-delay over-current relay or release	2.4.27	39
Isolating distance (of a pole of a mechanical switching device)	2.5.50	51
Isolation (isolating function)	2.1.19	23
J		
Joule integral (I^2t)	2.5.18	45
L		
Let-through current	2.5.19	45
Let-through (current) characteristic	2.5.21	45
Lightning overvoltage	2.5.54.2	51

	Références	Pages
Durée d'établissement-coupure	2.5.45	50
Durée de fermeture	2.5.44	48
Durée d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)	2.5.39	48

E

Effort (moment) de commande	2.4.17	36
Effort (moment) de rappel	2.4.18	36
Élément conducteur (étranger à l'installation électrique)	2.1.12	22
Élément de remplacement	2.2.5	24
Élément fusible	2.2.6	24
Enveloppe	2.1.16	22
Enveloppe intégrée	2.1.17	22
Essai individuel de série	2.6.2	54
Essai (de série) sur prélèvement	2.6.3	54
Essai spécial	2.6.4	54
Essai de type	2.6.1	54

F

Fusible (coupe-circuit à fusibles)	2.2.4	24
--	-------	----

I

Indicateur de position	2.3.18	30
Indice de résistance au cheminement (IRC)	2.5.65	54
Intégrale de Joule (I^2t)	2.5.18	44
Interrupteur (mécanique)	2.2.9	24
Interrupteur auxiliaire (d'un appareil mécanique de connexion)	2.3.11	30
Interrupteur-sectionneur	2.2.10	24

L

Ligne de fuite	2.5.51	50
--------------------------	--------	----

M

Manœuvre (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.1	32
Manœuvre à accumulation d'énergie (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.14	34
Manœuvre dépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.12	34
Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.13	34
Manœuvre effectuée positivement	2.4.11	34
Manœuvre de fermeture (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.8	34
Manœuvre indépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.15	36
Manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.16	36
Manœuvre d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.9	34
Manœuvre positive d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.10	34
Masse (partie conductrice accessible)	2.1.11	20
Mécanisme transmetteur (d'un appareil mécanique de connexion)	2.3.16	30
Moment (effort) de commande	2.4.17	36
Moment (effort) de rappel	2.4.18	36
Micro-environnement (d'une distance d'isolement ou d'une ligne de fuite)	2.5.59	52

O

Organe de commande	2.3.17	30
Organe de serrage	2.3.25	32

P

Parafoudre	2.2.22	28
Partie active	2.1.13	22
Partie conductrice	2.1.10	20
Partie conductrice accessible (masse)	2.1.11	20
Pièce de contact	2.3.6	28
Pôle d'un appareil de connexion	2.3.1	28
Pollution	2.5.57	52
Position de fermeture (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.20	36
Position d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.21	36

	Reference	Page
Limiting value	2.5.2	41
Live part	2.1.13	23
Local control	2.4.6	35
M		
Magnetic overload relay or release	2.4.32	39
Main circuit (of a switching device)	2.3.2	29
Main contact	2.3.7	29
Make-break time	2.5.45	51
Make contact	2.3.12	31
Make time	2.5.43	49
Making capacity (of a switching device)	2.5.13	43
Manual control	2.4.4	33
Maximum prospective peak current (of an a.c. circuit)	2.5.8	43
Mechanical switching device	2.2.2	25
Micro-environment (of a clearance or creepage distance)	2.5.59	53
N		
Neutral conductor (symbol N)	2.1.15	23
Nominal value	2.5.1	41
O		
Open position (of a mechanical switching device)	2.4.21	37
Opening operation (of a mechanical switching device)	2.4.9	35
Opening time (of a mechanical switching device)	2.5.39	49
Operating current (of an over-current relay or release)	2.4.36	39
Operating cycle (of a mechanical switching device)	2.4.2	33
Operating sequence (of a mechanical switching device)	2.4.3	33
Operation (of a mechanical switching device)	2.4.1	33
Over-current	2.1.4	21
Over-current discrimination	2.5.23	45
Over-current protective co-ordination of over-current protective devices	2.5.22	45
Over-current relay or release	2.4.25	37
Overload	2.1.7	21
Overload current	2.1.8	21
Overload relay or release	2.4.30	39
Overvoltage category (of a circuit or within an electrical system)	2.5.60	53
P		
Peak arc voltage (of a mechanical switching device)	2.5.38	49
Peak withstand current	2.5.28	47
Pilot switch	2.2.18	27
Pole of a switching device	2.3.1	29
Pollution	2.5.57	53
Pollution degree (of environmental conditions)	2.5.58	53
Position indicating device	2.3.18	31
Positively driven operation	2.4.11	35
Positive opening operation (of a mechanical switching device)	2.4.10	35
Power-frequency recovery voltage	2.5.35	49
Power-frequency withstand voltage	2.5.56	53
Prepared conductor	2.3.27	33
Prospective breaking current (for a pole of a switching device or a fuse)	2.5.10	43
Prospective current (of a circuit and with respect to a switching device or a fuse)	2.5.5	41
Prospective making current (for a pole of a switching device)	2.5.9	43
Prospective peak current	2.5.6	41
Prospective symmetrical current (of an a.c. circuit)	2.5.7	41
Prospective transient recovery voltage (of a circuit)	2.5.37	49
Protective conductor (symbol PE)	2.1.14	23
Push-button	2.2.19	27
R		
Rated value	2.5.3	41
Rating	2.5.4	41
Recovery voltage	2.5.33	47
Relay (electrical)	2.3.14	31
Release (of a mechanical switching device)	2.3.15	31

	Références	Pages
Pouvoir de coupure (d'un appareil de connexion ou d'un fusible)	2.5.12	42
Pouvoir de coupure en court-circuit	2.5.14	42
Pouvoir de fermeture (d'un appareil de connexion)	2.5.13	42
Pouvoir de fermeture en court-circuit	2.5.15	42
Protection d'accompagnement	2.5.24	44
R		
Relais (électrique)	2.3.14	30
Relais ou déclencheur instantané	2.4.24	36
Relais ou déclencheur direct à maximum de courant	2.4.28	38
Relais ou déclencheur indirect à maximum de courant	2.4.29	38
Relais ou déclencheur magnétique de surcharge	2.4.32	38
Relais ou déclencheur à maximum de courant	2.4.25	36
Relais ou déclencheur à maximum de courant à retard indépendant	2.4.26	38
Relais ou déclencheur à maximum de courant à temps inverse	2.4.27	38
Relais ou déclencheur à minimum de tension	2.4.34	38
Relais ou déclencheur à retour de courant (en courant continu seulement)	2.4.35	38
Relais ou déclencheur de surcharge	2.4.30	38
Relais ou déclencheur thermique de surcharge	2.4.31	38
Retard de courte durée	2.5.26	46
S		
Sectionnement (fonction de)	2.1.19	22
Sectionneur	2.2.8	24
Sélectivité lors d'une surintensité	2.5.23	44
Séquence de manœuvres (d'un appareil mécanique de connexion)	2.4.3	32
Surcharge	2.1.7	20
Surintensité	2.1.4	20
Surtension de fonctionnement	2.5.54.3	50
Surtension de foudre	2.5.54.2	50
Surtension de manœuvre	2.5.54.1	50
Surtension temporaire	2.5.53	50
Surtensions transitoires	2.5.54	50
T		
Télécommande	2.4.7	34
Température de l'air ambiant	2.1.9	20
Tension appliquée (pour un appareil de connexion)	2.5.32	46
Tension d'arc (d'un appareil mécanique de connexion) (en valeur de crête)	2.5.38	48
Tension locale («Working voltage»)	2.5.52	50
Tension de rétablissement	2.5.33	46
Tension de rétablissement en courant continu en régime établi	2.5.36	48
Tension de rétablissement à fréquence industrielle	2.5.35	48
Tension de tenue aux chocs	2.5.55	52
Tension de tenue à fréquence industrielle	2.5.56	52
Tension transitoire de rétablissement (en abrégé: TTR)	2.5.34	48
Tension transitoire de rétablissement présumée (d'un circuit)	2.5.37	48
V		
Valeur assignée	2.5.3	40
Valeur de crête du courant admissible	2.5.28	46
Valeur de crête du courant présumé	2.5.6	40
Valeur limite	2.5.2	40
Valeur maximale de crête du courant présumé (d'un circuit à courant alternatif)	2.5.8	42
Valeur nominale (valeur de dénomination)	2.5.1	40
Voyant lumineux	2.3.19	30

	Reference	Page
Remote control	2.4.7	35
Restoring force (moment)	2.4.18	37
Reverse current relay or release (d.c. only)	2.4.35	39
Routine test	2.6.2	55

S

Sampling test	2.6.3	55
Screw-type terminal	2.3.23	33
Screwless-type terminal	2.3.24	33
Selectivity (see Sub-clause 2.5.22)		
Semiconductor contactor (solid state contactor)	2.2.13	27
Semiconductor switching device	2.2.3	25
Short-circuit	2.1.5	21
Short-circuit breaking capacity	2.5.14	43
Short-circuit current	2.1.6	21
Short-circuit making capacity	2.5.15	43
Short-circuit protective device (SCPD)	2.2.21	29
Short-time delay	2.5.26	47
Short-time withstand current	2.5.27	47
Shunt release	2.4.33	39
Special test	2.6.4	55
Starter	2.2.15	27
Stored energy operation (of a mechanical switching device)	2.4.14	35
Surge arrester	2.2.22	29
Switch (mechanical)	2.2.9	25
Switch-disconnector	2.2.10	25
Switchgear	2.1.2	21
Switchgear and controlgear	2.1.1	21
Switching device	2.2.1	25
Switching overvoltage	2.5.54.1	51

T

Take-over current	2.5.25	47
Temporary overvoltage	2.5.53	51
Terminal	2.3.22	33
Terminal block	2.2.20	27
Thermal overload relay or release	2.4.31	39
Time-current characteristic	2.5.20	45
Tracking	2.5.64	55
Transient overvoltages	2.5.54	51
Transient recovery voltage (abbrev. TRV)	2.5.34	49
Travel (of a mechanical switching device or a part thereof)	2.4.19	37
Trip-free mechanical switching device	2.4.23	37
Tripping (operation)	2.4.22	37
Type test	2.6.1	55

U

Under-voltage relay or release	2.4.34	39
Unprepared conductor	2.3.26	33
Utilization category (for a switching device or a fuse)	2.1.18	23

W

Working voltage	2.5.52	51
---------------------------	--------	----

2.1 Termes généraux

2.1.1 Appareillage (441-11-01)

Terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés, ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les charpentes correspondantes.

2.1.2 Appareillage de connexion (441-11-02)

Terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés, ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les supports correspondants, destinés en principe à être utilisés dans le domaine de la production, du transport, de la distribution et de la transformation de l'énergie électrique.

2.1.3 Appareillage de commande (441-11-03)

Terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés, ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les supports correspondants, destinés en principe à la commande des appareils utilisateurs d'énergie électrique.

2.1.4 Surintensité (441-11-06)

Courant supérieur au courant assigné.

2.1.5 Court-circuit (151-03-41)

Connexion accidentelle ou intentionnelle, par une résistance ou une impédance relativement faible, de deux ou plusieurs points d'un circuit se trouvant normalement à des tensions différentes.

2.1.6 Courant de court-circuit (441-11-07)

Surintensité résultant d'un court-circuit dû à un défaut ou à un branchement incorrect dans un circuit électrique.

2.1.7 Surcharge (441-11-08)

Conditions de fonctionnement d'un circuit électriquement sain, qui provoquent une surintensité.

2.1.8 Courant de surcharge

Surintensité se produisant dans un circuit électriquement sain.

2.1.9 Température de l'air ambiant (441-11-13)

Température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air qui entoure la totalité de l'appareil de connexion ou du fusible.

Note. — Pour des appareils de connexion ou des fusibles installés à l'intérieur d'une enveloppe, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe.

2.1.10 Partie conductrice (441-11-09)

Partie capable de conduire du courant, bien qu'elle ne soit pas nécessairement utilisée pour conduire du courant en service normal.

2.1.11 Partie conductrice accessible (masse) (441-11-10)

Partie conductrice, susceptible d'être touchée directement, qui n'est pas normalement sous tension mais qui peut le devenir en cas de défaut.

Note. — Les masses caractéristiques sont les parois des enveloppes, les poignées de commande, etc.

2.1 *General terms*

2.1.1 *Switchgear and controlgear (441-11-01)*

A general term covering switching devices and their combination with associated control, measuring, protective and regulating equipment, also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures and supporting structures.

2.1.2 *Switchgear (441-11-02)*

A general term covering switching devices and their combination with associated control, measuring, protective and regulating equipment, also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures and supporting structures, intended in principle for use in connection with generation, transmission, distribution and conversion of electric energy.

2.1.3 *Controlgear (441-01-03)*

A general term covering switching devices and their combination with associated control, measuring, protective and regulating equipment, also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures and supporting structures, intended in principle for the control of electric energy consuming equipment.

2.1.4 *Over-current (441-11-06)*

A current exceeding the rated current.

2.1.5 *Short-circuit (151-03-41)*

The accidental or intentional connection, by a relatively low resistance or impedance, of two or more points in a circuit which are normally at different voltages.

2.1.6 *Short-circuit current (441-11-07)*

An over-current resulting from a short-circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit.

2.1.7 *Overload (441-11-08)*

Operating conditions in an electrically undamaged circuit which cause an over-current.

2.1.8 *Overload current*

An over-current occurring in an electrically undamaged circuit.

2.1.9 *Ambient air temperature (441-11-13)*

The temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the complete switching device or fuse.

Note. — For switching devices or fuses installed inside an enclosure, it is the temperature of the air outside the enclosure.

2.1.10 *Conductive part (441-11-09)*

A part which is capable of conducting current although it may not necessarily be used for carrying service current.

2.1.11 *Exposed conductive part (441-11-10)*

A conductive part which can readily be touched and which is not normally alive, but which may become alive under fault conditions.

Note. — Typical exposed conductive parts are walls of enclosures, operating handles, etc.

2.1.12 *Elément conducteur* (étranger à l'installation électrique) (826-03-03)

Elément susceptible d'introduire un potentiel, généralement celui de la terre, et ne faisant pas partie de l'installation électrique.

2.1.13 *Partie active* (826-03-01)

Tout conducteur ou toute partie conductrice destinés à être sous tension en service normal, ainsi que le conducteur neutre mais, par convention, non le conducteur PEN.

Note. — Le terme n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique.

2.1.14 *Conducteur de protection* (symbole PE) (826-04-05)

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.

2.1.15 *Conducteur neutre* (symbole N) (826-01-03)

Conducteur relié au point neutre d'un réseau et pouvant contribuer au transport de l'énergie électrique.

Note. — Dans certains cas et dans des conditions spécifiées, les fonctions de conducteur neutre et de conducteur de protection peuvent être combinées en un seul et même conducteur, appelé dans ce cas conducteur PEN (symbole PEN).

2.1.16 *Enveloppe*

Partie procurant un degré de protection spécifié du matériel contre certaines influences externes et un degré de protection spécifié contre l'approche ou le contact des parties actives ou contre le contact avec des pièces en mouvement.

Note. — Cette définition est analogue à celle du VEI 441-13-01, qui s'applique aux ensembles.

2.1.17 *Enveloppe intégrée*

Enveloppe formant une partie intégrée au matériel.

2.1.18 *Catégorie d'emploi* (pour un appareil de connexion ou un fusible) (441-17-19)

Ensemble de prescriptions spécifiées relatives aux conditions dans lesquelles l'appareil de connexion ou le fusible doit remplir son office, choisies pour représenter un groupe caractéristique d'applications pratiques.

Note. — Les prescriptions spécifiées peuvent concerner, par exemple, les valeurs des pouvoirs de fermeture, s'il y a lieu, les valeurs des pouvoirs de coupure et d'autres caractéristiques, les circuits associés et les conditions correspondantes d'emploi et de comportement.

2.1.19 *Sectionnement* (fonction de)

Fonction destinée à assurer la mise hors tension de tout ou partie d'une installation en séparant l'installation ou une partie de l'installation de toute source d'énergie électrique, pour des raisons de sécurité.

2.1.20 *Choc électrique* (826-03-04)

Effet pathophysiologique résultant du passage d'un courant électrique à travers le corps humain ou celui d'un animal.

2.1.12 *Extraneous conductive part* (826-03-03)

A conductive part not forming part of the electrical installation and liable to introduce a potential, generally the earth potential.

2.1.13 *Live part* (826-03-01)

A conductor or conductive part intended to be energized in normal use, including a neutral conductor but, by convention, not a PEN conductor.

Note. — This term does not necessarily imply a risk of electric shock.

2.1.14 *Protective conductor* (symbol PE) (826-04-05)

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.

2.1.15 *Neutral conductor* (symbol N) (826-01-03)

A conductor connected to the neutral point of a system and capable of contributing to the transmission of electrical energy.

Note. — In some cases, the functions of the neutral conductor and the protective conductor may be combined under specified conditions in one and the same conductor referred to as the PEN conductor (Symbol PEN).

2.1.16 *Enclosure*

A part providing a specified degree of protection of equipment against certain external influences and a specified degree of protection against approach to or contact with live parts and moving parts.

Note. — This definition is similar to IEC 441-13-01, which applies to assemblies.

2.1.17 *Integral enclosure*

An enclosure which forms an integral part of the equipment.

2.1.18 *Utilization category* (for a switching device or a fuse) (441-17-19)

A combination of specified requirements related to the conditions in which the switching device or the fuse fulfils its purpose, selected to represent a characteristic group of practical applications.

Note. — The specified requirements may concern e.g. the values of making capacities (if applicable), breaking capacities and other characteristics, the associated circuits and the relevant conditions of use and behaviour.

2.1.19 *Isolation* (isolating function)

Function intended to cut off the supply from all or a discrete section of the installation by separating the installation or section from every source of electrical energy for reasons of safety.

2.1.20 *Electric shock* (826-03-04)

Pathophysiological effect resulting from an electric current passing through a human or animal body.

2.2 Appareils de connexion

2.2.1 Appareil de connexion (441-14-01)

Appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques.

Note. — Un appareil de connexion peut effectuer l'une de ces manœuvres ou les deux.

2.2.2 Appareil mécanique de connexion (441-14-02)

Appareil de connexion destiné à fermer et à ouvrir un ou plusieurs circuits électriques au moyen de contacts séparables.

Note. — Tout appareil mécanique de connexion peut être désigné en fonction du milieu dans lequel ses contacts s'ouvrent et se ferment, par exemple: air, SF₆, huile.

2.2.3 Appareil de connexion à semi-conducteurs

Appareil de connexion conçu pour établir et/ou interrompre le courant dans un circuit électrique au moyen de la commande de la conductivité d'un semi-conducteur.

Note. — Cette définition diffère de celle du VEI 441-14-03 car un appareil de connexion à semi-conducteurs est également conçu pour interrompre le courant.

2.2.4 Coupe-circuit à fusibles (fusible) (441-18-01)

Appareil dont la fonction est d'ouvrir, par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet, le circuit dans lequel il est inséré en coupant le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée. Le fusible comprend toutes les parties qui constituent l'appareil complet.

2.2.5 Élément de remplacement (441-18-09)

Partie d'un fusible comprenant le (les) élément(s) fusible(s) et destinée à être remplacée après fonctionnement du fusible.

2.2.6 Élément fusible (441-18-08)

Partie de l'élément de remplacement destinée à fondre sous l'action d'un courant dépassant une valeur déterminée pendant une durée déterminée.

2.2.7 Combiné-fusibles (441-14-04)

Combinaison en un seul appareil, assemblé par le constructeur ou selon ses instructions, d'un appareil mécanique de connexion et d'un ou plusieurs fusibles.

2.2.8 Sectionneur

Appareil mécanique de connexion qui satisfait, en position d'ouverture, aux prescriptions spécifiées pour la fonction de sectionnement.

Note. — Cette définition diffère de celle du VEI 441-14-05, parce que les prescriptions pour la fonction de sectionnement ne reposent pas uniquement sur une distance de sectionnement.

2.2.9 Interrupteur (mécanique) (441-14-10)

Appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris éventuellement les conditions spécifiées de surcharge en service, ainsi que de supporter pendant une durée spécifiée des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit.

Note. — Un interrupteur peut être capable d'établir des courants de court-circuit mais n'est pas capable de les couper.

2.2.10 Interrupteur-sectionneur (441-14-12)

Interrupteur qui, dans sa position d'ouverture, satisfait aux conditions d'isolement spécifiées pour un sectionneur.

2.2 *Switching devices*

2.2.1 *Switching device (441-14-01)*

A device designed to make or break the current in one or more electric circuits.

Note. — A switching device may perform one or both of these operations.

2.2.2 *Mechanical switching device (441-14-02)*

A switching device designed to close and open one or more electric circuits by means of separable contacts.

Note. — Any mechanical switching device may be designated according to the medium in which its contacts open and close, e.g.: air, SF₆, oil.

2.2.3 *Semiconductor switching device*

A switching device designed to make and/or break the current in an electric circuit by means of the controlled conductivity of a semiconductor.

Note. — This definition differs from IEC 441-14-03 since a semiconductor switching device is also designed for breaking the current.

2.2.4 *Fuse (441-18-01)*

A device that, by the fusing of one or more of its specifically designed and proportioned components, opens the circuit in which it is inserted by breaking the current when this exceeds a given value for a sufficient time. The fuse comprises all the parts that form the complete device.

2.2.5 *Fuse-link (441-18-09)*

The part of a fuse (including the fuse-element(s)) intended to be replaced after the fuse has operated.

2.2.6 *Fuse-element (441-18-08)*

A part of the fuse-link designed to melt under the action of current exceeding some definite value for a definite period of time.

2.2.7 *Fuse-combination unit (441-14-04)*

A combination of a mechanical switching device and one or more fuses in a composite unit, assembled by the manufacturer or in accordance with his instructions.

2.2.8 *Disconnecter*

A mechanical switching device which, in the open position, complies with the requirements specified for the isolating function.

Note. — This definition differs from IEC 441-14-05 because the requirements for the isolating function are not based only on an isolating distance.

2.2.9 *Switch (mechanical) (441-14-10)*

A mechanical switching device capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions which may include specified operating overload conditions and also carrying for a specified time currents under specified abnormal circuit conditions such as those of short-circuit.

Note. — A switch may be capable of making but not breaking short-circuit currents.

2.2.10 *Switch-disconnector (441-14-12)*

A switch which, in the open position, satisfies the isolating requirements specified for a disconnector.

2.2.11 *Disjoncteur* (441-14-20)

Appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit.

2.2.12 *Contacteur* (mécanique) (441-14-33)

Appareil mécanique de connexion ayant une seule position de repos, commandé autrement qu'à la main, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service.

Note. — Les contacteurs peuvent être désignés suivant la façon dont est fourni l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux.

2.2.13 *Contacteur à semi-conducteurs* (contacteur statique)

Dispositif qui remplit la fonction d'un contacteur en utilisant un appareil de connexion à semi-conducteurs.

Note. — Un contacteur à semi-conducteurs peut aussi comporter des appareils mécaniques de connexion.

2.2.14 *Contacteur auxiliaire* (441-14-35)

Contacteur utilisé comme auxiliaire de commande.

2.2.15 *Démarrreur* (441-14-38)

Combinaison de tous les moyens de mise sous et hors tension nécessaires pour provoquer le démarrage et l'arrêt d'un moteur tout en assurant une protection appropriée contre les surcharges.

Note. — Les démarreurs peuvent être désignés suivant la façon dont est fourni l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux.

2.2.16 *Appareil pour circuit de commande*

Appareil électrique destiné à la commande, la signalisation, le verrouillage, etc., de l'appareillage.

Note. — Les appareils pour circuits de commande peuvent comprendre des appareils associés visés par d'autres normes tels qu'instruments, potentiomètres, relais, pour autant que ces appareils associés soient utilisés aux fins spécifiées ci-dessus.

2.2.17 *Auxiliaire de commande* (pour circuits de commande et auxiliaires) (441-14-46)

Appareil mécanique de connexion dont la fonction est de commander la manœuvre d'un appareillage, y compris la signalisation, le verrouillage électrique, etc.

Note. — Un auxiliaire de commande comporte un ou plusieurs éléments de contact et un mécanisme transmetteur commun.

2.2.18 *Auxiliaire automatique de commande* (441-14-48)

Auxiliaire de commande non manuel, actionné à la suite de conditions spécifiées d'une grandeur d'action.

Note. — La grandeur d'action peut être la pression, la température, la vitesse, le niveau d'un liquide, le temps écoulé, etc.

2.2.19 *Bouton-poussoir* (441-14-53)

Auxiliaire de commande muni d'un organe de commande destiné à être actionné par l'effort exercé par une partie du corps humain, généralement le doigt ou la paume de la main, et possédant une énergie de rappel accumulée (ressort).

2.2.20 *Bloc de jonction*

Partie isolante portant un ou plusieurs ensembles de bornes isolés entre eux, et prévue pour être fixée à un support.

2.2.11 Circuit-breaker (441-14-20)

A mechanical switching device, capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions and also making, carrying for a specified time and breaking currents under specified abnormal circuit conditions such as those of short-circuit.

2.2.12 Contactor (mechanical) (441-14-33)

A mechanical switching device having only one position of rest, operated otherwise than by hand, capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions including operating overload conditions.

Note. — Contactors may be designated according to the method by which the force for closing the main contacts is provided.

2.2.13 Semiconductor contactor (solid state contactor)

A device which performs the function of a contactor by utilizing a semiconductor switching device.

Note. — A semiconductor contactor may also contain mechanical switching devices.

2.2.14 Contactor relay (441-14-35)

A contactor used as a control switch.

2.2.15 Starter (441-14-38)

The combination of all the switching means necessary to start and stop a motor, in combination with suitable overload protection.

Note. — Starters may be designated according to the method by which the force for closing the main contacts is provided.

2.2.16 Control circuit device

An electrical device, intended for the controlling, signalling, interlocking, etc. of switchgear and controlgear.

Note. — Control circuit devices may include associated devices dealt with in other standards, such as instruments, potentiometers, relays, in so far as such associated devices are used for the purposes specified.

2.2.17 Control switch (for control and auxiliary circuits) (441-14-46)

A mechanical switching device which serves the purpose of controlling the operation of switchgear or controlgear, including signalling, electrical interlocking, etc.

Note. — A control switch consists of one or more contact elements with a common actuating system.

2.2.18 Pilot switch (441-14-48)

A non-manual control switch actuated in response to specified conditions of an actuating quantity.

Note. — The actuating quantity may be pressure, temperature, velocity, liquid level, elapsed time, etc.

2.2.19 Push-button (441-14-53)

A control switch having an actuator intended to be operated by force exerted by a part of the human body, usually the finger or palm of the hand, and having stored energy (spring) return.

2.2.20 Terminal block

An insulating part carrying one or more mutually insulated terminal assemblies and intended to be fixed to a support.

2.2.21 *Dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC)*

Dispositif destiné à protéger un circuit ou des parties d'un circuit contre les courants de court-circuit par l'interruption de ceux-ci.

2.2.22 *Parafoudre (604-03-51)*

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.

2.3 *Parties d'appareils de connexion*

2.3.1 *Pôle d'un appareil de connexion (441-15-01)*

Élément constituant d'un appareil de connexion associé exclusivement à un chemin conducteur électriquement séparé appartenant à son circuit principal, cet élément ne comprenant pas les éléments constitutifs assurant la fixation et le fonctionnement d'ensemble de tous les pôles.

Note. — Un appareil de connexion est appelé unipolaire s'il n'a qu'un pôle. S'il a plus d'un pôle, il peut être appelé multipolaire (bipolaire, tripolaire, etc.) à condition que les pôles soient ou puissent être liés entre eux de façon qu'ils fonctionnent ensemble.

2.3.2 *Circuit principal (d'un appareil de connexion) (441-15-02)*

Ensemble des pièces conductrices d'un appareil de connexion insérées dans le circuit qu'il a pour fonction de fermer ou d'ouvrir.

2.3.3 *Circuit de commande (d'un appareil de connexion) (441-15-03)*

Ensemble des pièces conductrices d'un appareil de connexion, autres que celles du circuit principal, insérées dans un circuit utilisé pour commander la manœuvre de fermeture ou la manœuvre d'ouverture ou les deux manœuvres de l'appareil.

2.3.4 *Circuit auxiliaire (d'un appareil de connexion) (441-15-04)*

Ensemble des pièces conductrices d'un appareil de connexion destinées à être insérées dans un circuit autre que le circuit principal et les circuits de commande de l'appareil.

Note. — Certains circuits auxiliaires remplissent des fonctions supplémentaires, telles que la signalisation, le verrouillage, etc., et, à ce titre, ils peuvent faire partie du circuit de commande d'un autre appareil de connexion.

2.3.5 *Contact (d'un appareil mécanique de connexion) (441-15-05)*

Pièces conductrices destinées à établir la continuité d'un circuit lorsqu'elles se touchent et qui, par leur mouvement relatif pendant une manœuvre, ouvrent ou ferment un circuit ou, dans le cas de contacts pivotants ou glissants, maintiennent la continuité du circuit.

2.3.6 *Pièce de contact (441-15-06)*

Une des pièces conductrices formant un contact.

2.3.7 *Contact principal (441-15-07)*

Contact inséré dans le circuit principal d'un appareil mécanique de connexion, prévu pour supporter, dans la position de fermeture, le courant du circuit principal.

2.3.8 *Contact d'arc (441-15-08)*

Contact prévu pour que l'arc s'y établisse.

Note. — Un contact d'arc peut jouer le rôle de contact principal; il peut être un contact distinct conçu de façon à s'ouvrir après et se fermer avant un autre contact qu'il a pour but de protéger contre les détériorations.

2.3.9 *Contact de commande (441-15-09)*

Contact inséré dans un circuit de commande d'un appareil mécanique de connexion et manœuvré mécaniquement par cet appareil.

2.2.21 *Short-circuit protective device (SCPD)*

A device intended to protect a circuit or parts of a circuit against short-circuit currents by interrupting them.

2.2.22 *Surge arrester (604-03-51)*

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.

2.3 *Parts of switching devices*

2.3.1 *Pole of a switching device (441-15-01)*

The portion of a switching device associated exclusively with one electrically separated conducting path of its main circuit and excluding those portions which provide a means for mounting and operating all poles together.

Note. — A switching device is called single-pole if it has only one pole. If it has more than one pole, it may be called multipole (two-pole, three-pole, etc.) provided the poles are or can be coupled in such a manner as to operate together.

2.3.2 *Main circuit (of a switching device) (441-15-02)*

All the conductive parts of a switching device included in the circuit which it is designed to close or open.

2.3.3 *Control circuit (of a switching device) (441-15-03)*

All the conductive parts (other than the main circuit) of a switching device which are included in a circuit used for the closing operation or opening operation, or both, of the device.

2.3.4 *Auxiliary circuit (of a switching device) (441-15-04)*

All the conductive parts of a switching device which are intended to be included in a circuit other than the main circuit and the control circuits of the device.

Note. — Some auxiliary circuits fulfil supplementary functions such as signalling, interlocking, etc., and, as such, they may be part of the control circuit of another switching device.

2.3.5 *Contact (of a mechanical switching device) (441-15-05)*

Conductive parts designed to establish circuit continuity when they touch and which, due to their relative motion during an operation, open or close a circuit or, in the case of hinged or sliding contacts, maintain circuit continuity.

2.3.6 *Contact piece (441-15-06)*

One of the conductive parts forming a contact.

2.3.7 *Main contact (441-15-07)*

A contact included in the main circuit of a mechanical switching device, intended to carry, in the closed position, the current of the main circuit.

2.3.8 *Arcing contact (441-15-08)*

A contact on which the arc is intended to be established.

Note. — An arcing contact may serve as a main contact: it may be a separate contact so designed that it opens after and closes before another contact which it is intended to protect from injury.

2.3.9 *Control contact (441-15-09)*

A contact included in a control circuit of a mechanical switching device and mechanically operated by this device.

2.3.10 Contact auxiliaire (441-15-10)

Contact inséré dans un circuit auxiliaire et manœuvré mécaniquement par l'appareil de connexion.

2.3.11 Interrupteur auxiliaire (d'un appareil mécanique de connexion) (441-15-11)

Interrupteur comprenant un ou plusieurs contacts auxiliaires et/ou de commande, manœuvré mécaniquement par un appareil de connexion.

2.3.12 Contact «a» (441-15-12)

Contact à fermeture

Contact de commande ou auxiliaire qui est fermé lorsque les contacts principaux de l'appareil mécanique de connexion sont fermés et qui est ouvert lorsque ces contacts sont ouverts.

2.3.13 Contact «b» (441-15-13)

Contact à ouverture

Contact de commande ou auxiliaire qui est ouvert lorsque les contacts principaux de l'appareil mécanique de connexion sont fermés et qui est fermé lorsque ces contacts sont ouverts.

2.3.14 Relais (électrique) (446-11-01)

Appareil destiné à produire des modifications soudaines prédéterminées dans un ou plusieurs circuits électriques de sortie, lorsque certaines conditions sont remplies dans les circuits électriques d'entrée dont il subit l'action.

2.3.15 Déclencheur (d'un appareil mécanique de connexion) (441-15-17)

Dispositif raccordé mécaniquement à un appareil mécanique de connexion dont il libère les organes de retenue et qui permet l'ouverture ou la fermeture de l'appareil.

Note. — Un déclencheur peut être à manœuvre instantanée, différée ... etc. Les différents types de déclencheurs sont définis aux paragraphes 2.4.24 à 2.4.35.

2.3.16 Mécanisme transmetteur (d'un appareil mécanique de connexion)

Ensemble des moyens de manœuvre d'un appareil mécanique de connexion qui transmettent l'effort de manœuvre aux pièces de contact.

Note. — Les moyens de manœuvre d'un mécanisme de commande peuvent être mécaniques, électromagnétiques, hydrauliques, pneumatiques, thermiques, etc.

2.3.17 Organe de commande (441-15-22)

Partie du mécanisme transmetteur à laquelle un effort extérieur de manœuvre est appliqué.

Note. — L'organe de commande peut prendre la forme d'une poignée, d'un bouton, d'un bouton-poussoir, d'une roulette, d'un plongeur, etc.

2.3.18 Indicateur de position (441-15-25)

Partie d'un appareil mécanique de connexion qui indique si celui-ci est en position d'ouverture, ou de fermeture ou, le cas échéant, de mise à la terre.

2.3.19 Voyant lumineux

Signal lumineux d'information fonctionnant par allumage ou extinction.

2.3.20 Dispositif d'antipompage (441-16-48)

Dispositif qui empêche une refermeture après une manœuvre de fermeture-ouverture pendant toute la durée du maintien de l'ordre de fermeture.

2.3.10 Auxiliary contact (441-15-10)

A contact included in an auxiliary circuit and mechanically operated by the switching device.

2.3.11 Auxiliary switch (of a mechanical switching device) (441-15-11)

A switch containing one or more control and/or auxiliary contacts mechanically operated by a switching device.

2.3.12 "a" contact (441-15-12)

Make contact

A control or auxiliary contact which is closed when the main contacts of the mechanical switching device are closed and open when they are open.

2.3.13 "b" contact (441-15-13)

Break contact

A control or auxiliary contact which is open when the main contacts of the mechanical switching device are closed and closed when they are open.

2.3.14 Relay (electrical) (446-11-01)

A device designed to produce sudden, predetermined changes in one or more electrical output circuits when certain conditions are fulfilled in the electrical input circuits controlling the device.

2.3.15 Release (of a mechanical switching device) (441-15-17)

A device, mechanically connected to a mechanical switching device, which releases the holding means and permits the opening or the closing of the switching device.

Note. — A release can have instantaneous, time-delay, etc., operation. The various types of releases are defined in Sub-clauses 2.4.24 to 2.4.35.

2.3.16 Actuating system (of a mechanical switching device)

The whole of the operating means of a mechanical switching device which transmit the actuating force to the contact pieces.

Note. — The operating means of an actuating system may be mechanical, electromagnetic, hydraulic, pneumatic, thermal, etc.

2.3.17 Actuator (441-15-22)

The part of the actuating system to which an external actuating force is applied.

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

2.3.18 Position indicating device (441-15-25)

A part of a mechanical switching device which indicates whether it is in the open, closed, or, where appropriate, earthed position.

2.3.19 Indicator light

Light signal giving information either by lighting or extinguishing.

2.3.20 Anti-pumping device (441-16-48)

A device which prevents reclosing after a close-open operation as long as the device initiating closing is maintained in the position for closing.

2.3.21 *Dispositif de verrouillage* (441-16-49)

Dispositif qui subordonne la possibilité de fonctionnement d'un appareil de connexion à la position ou au fonctionnement d'un ou de plusieurs autres éléments de l'équipement.

2.3.22 *Borne*

Partie conductrice d'un appareil prévue pour le raccordement électrique à des circuits extérieurs.

2.3.23 *Borne à vis*

Borne destinée au raccordement et au débranchement de conducteurs ou à l'interconnexion de deux conducteurs ou plus, le raccordement étant réalisé, directement ou indirectement, au moyen de vis ou d'écrous de toute sorte.

Note. — Des exemples sont donnés en annexe D.

2.3.24 *Borne sans vis*

Borne destinée au raccordement et au débranchement de conducteurs ou à l'interconnexion de deux conducteurs ou plus, le raccordement étant réalisé, directement ou indirectement, au moyen de ressorts, pièces formant coin, excentriques ou coniques, etc.

Note. — Des exemples sont donnés en annexe D.

2.3.25 *Organe de serrage*

Partie(s) d'une borne nécessaire(s) pour le serrage mécanique et le raccordement électrique du (des) conducteur(s).

2.3.26 *Conducteur non préparé*

Conducteur qui a été coupé et dont l'isolation a été retirée en vue de son insertion dans une borne.

Note. — Un conducteur dont la forme est arrangée pour qu'il soit dans une borne ou dont les torons sont tressés pour en consolider l'extrémité est considéré comme un conducteur non préparé.

2.3.27 *Conducteur préparé*

Conducteur dont les torons sont soudés ou dont l'extrémité est munie d'une cosse, d'un œillet, etc.

2.4 *Manœuvre des appareils de connexion*

2.4.1 *Manœuvre* (d'un appareil mécanique de connexion) (441-16-01)

Passage d'un ou de plusieurs contacts mobiles d'une position à une position adjacente.

Notes 1. — Par exemple, pour un disjoncteur, ce pourra être une manœuvre de fermeture ou une manœuvre d'ouverture.

2. — Si une distinction est nécessaire, on emploiera les mots *manœuvre électrique* (par exemple: établissement ou coupure) et *manœuvre mécanique* (par exemple: fermeture ou ouverture).

2.4.2 *Cycle de manœuvres* (d'un appareil mécanique de connexion) (441-16-02)

Suite de manœuvres d'une position à une autre avec retour à la première position en passant par toutes les autres positions, s'il en existe.

2.4.3 *Séquence de manœuvres* (d'un appareil mécanique de connexion) (441-16-03)

Suite de manœuvres spécifiées effectuées avec des intervalles de temps spécifiés.

2.4.4 *Commande manuelle* (441-16-04)

Commande d'une manœuvre effectuée par intervention humaine.

2.3.21 *Interlocking device* (441-16-49)

A device which makes the operation of a switching device dependent upon the position or operation of one or more other pieces of equipment.

2.3.22 *Terminal*

A conductive part of a device provided for electrical connection to external circuits.

2.3.23 *Screw-type terminal*

A terminal intended for the connection and disconnection of conductors or for the interconnection of two or more conductors, the connection being made, directly or indirectly, by means of screws or nuts of any kind.

Note. — Examples are given in Appendix D.

2.3.24 *Screwless-type terminal*

A terminal intended for the connection and disconnection of conductors or for the interconnection of two or more conductors, the connection being made, directly or indirectly, by means of springs, wedges, eccentrics or cones, etc.

Note. — Examples are given in Appendix D.

2.3.25 *Clamping unit*

The part(s) of a terminal necessary for the mechanical clamping and the electrical connection of the conductor(s).

2.3.26 *Unprepared conductor*

A conductor which has been cut and the insulation of which has been removed for insertion into a terminal.

Note. — A conductor the shape of which is arranged for introduction into a terminal or the strands of which are twisted to consolidate the end is considered to be an unprepared conductor.

2.3.27 *Prepared conductor*

A conductor, the strands of which are soldered or the end of which is fitted with a cable lug, eyelet, etc.

2.4 *Operation of switching devices*

2.4.1 *Operation* (of a mechanical switching device) (441-16-01)

The transfer of the moving contact(s) from one position to an adjacent position.

Notes 1. — For example, for a circuit-breaker, this may be a closing operation or an opening operation.

2. — If distinction is necessary, an operation in the electrical sense, e.g., make or break, is referred to as a *switching operation*, and an operation in the mechanical sense, e.g., close or open, is referred to as a *mechanical operation*.

2.4.2 *Operating cycle* (of a mechanical switching device) (441-16-02)

A succession of operations from one position to another and back to the first position through all other positions, if any.

2.4.3 *Operating sequence* (of a mechanical switching device) (441-16-03)

A succession of specified operations with specified time intervals.

2.4.4 *Manual control* (441-16-04)

Control of an operation by human intervention.

2.4.5 *Commande automatique* (441-16-05)

Commande d'une manœuvre, effectuée sans intervention humaine lorsque se produisent des conditions prédéterminées.

2.4.6 *Commande directe* (441-16-06)

Commande d'une manœuvre, effectuée à partir d'un point situé sur l'appareil de connexion commandé ou dans le voisinage immédiat de celui-ci.

2.4.7 *Commande à distance* (441-16-07)

Télécommande

Commande d'une manœuvre, effectuée à partir d'un point éloigné de l'appareil de connexion commandé.

2.4.8 *Manœuvre de fermeture* (d'un appareil mécanique de connexion) (441-16-08)

Manœuvre par laquelle on fait passer l'appareil de la position d'ouverture à la position de fermeture.

2.4.9 *Manœuvre d'ouverture* (d'un appareil mécanique de connexion) (441-16-09)

Manœuvre par laquelle on fait passer l'appareil de la position de fermeture à la position d'ouverture.

2.4.10 *Manœuvre positive d'ouverture* (d'un appareil mécanique de connexion) (441-16-11)

Manœuvre d'ouverture qui, en conformité avec des prescriptions spécifiées, donne l'assurance que tous les contacts principaux sont dans la position ouverte lorsque l'organe de commande est dans la position correspondant à la position d'ouverture de l'appareil.

2.4.11 *Manœuvre effectuée positivement* (441-16-12)

Manœuvre qui, conformément à des prescriptions spécifiées, est conçue pour assurer que les contacts auxiliaires d'un appareil mécanique de connexion sont dans des positions correspondant respectivement aux positions d'ouverture et de fermeture des contacts principaux.

2.4.12 *Manœuvre dépendante manuelle* (d'un appareil mécanique de connexion) (441-16-13)

Manœuvre effectuée exclusivement au moyen d'une énergie manuelle directement appliquée, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre dépendent de l'action de l'opérateur.

2.4.13 *Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure* (d'un appareil mécanique de connexion) (441-16-14)

Manœuvre effectuée au moyen d'une énergie autre que manuelle et dont l'achèvement dépend de la continuité de l'alimentation en énergie (de solénoïdes, moteurs électriques ou pneumatiques, etc.).

2.4.14 *Manœuvre à accumulation d'énergie* (d'un appareil mécanique de connexion) (441-16-15)

Manœuvre effectuée au moyen d'énergie emmagasinée dans le mécanisme lui-même avant l'achèvement de la manœuvre et suffisante pour achever la manœuvre dans des conditions prédéterminées.

Note. — Ce type de manœuvre peut être subdivisé suivant:

- 1) le mode d'accumulation de l'énergie (ressort, poids, etc.);
- 2) la provenance de l'énergie (manuelle, électrique, etc.);
- 3) le mode de libération de l'énergie (manuel, électrique, etc.).

2.4.5 *Automatic control* (441-16-05)

Control of an operation without human intervention, in response to the occurrence of predetermined conditions.

2.4.6 *Local control* (441-16-06)

Control of an operation at a point on or adjacent to the controlled switching device.

2.4.7 *Remote control* (441-16-07)

Control of an operation at a point distant from the controlled switching device.

2.4.8 *Closing operation* (of a mechanical switching device) (441-16-08)

An operation by which the device is brought from the open position to the closed position.

2.4.9 *Opening operation* (of a mechanical switching device) (441-16-09)

An operation by which the device is brought from the closed position to the open position.

2.4.10 *Positive opening operation* (of a mechanical switching device) (441-16-11)

An opening operation which, in accordance with specified requirements, ensures that all the main contacts are in the open position when the actuator is in the position corresponding to the open position of the device.

2.4.11 *Positively driven operation* (441-16-12)

An operation which, in accordance with specified requirements, is designed to ensure that auxiliary contacts of a mechanical switching device are in the respective positions corresponding to the open or closed position of the main contacts.

2.4.12 *Dependent manual operation* (of a mechanical switching device) (441-16-13)

An operation solely by means of directly applied manual energy such that the speed and force of the operation are dependent upon the action of the operator.

2.4.13 *Dependent power operation* (of a mechanical switching device) (441-16-14)

An operation by means of energy other than manual, where the completion of the operation is dependent upon the continuity of the power supply (to solenoids, electric or pneumatic motors, etc.).

2.4.14 *Stored energy operation* (of a mechanical switching device) (441-16-15)

An operation by means of energy stored in the mechanism itself prior to the completion of the operation and sufficient to complete it under predetermined conditions.

Note. — This kind of operation may be subdivided according to:

- 1) the manner of storing the energy (spring, weight, etc.);
- 2) the origin of the energy (manual, electric, etc.);
- 3) the manner of releasing the energy (manual, electric, etc.).

2.4.15 *Manœuvre indépendante manuelle* (d'un appareil mécanique de connexion) (441-16-16)

Manœuvre à accumulation d'énergie dans laquelle l'énergie provient de l'énergie manuelle accumulée et est libérée en une seule manœuvre continue, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre sont indépendantes de l'action de l'opérateur.

2.4.16 *Manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure* (d'un appareil mécanique de connexion)

Manœuvre à accumulation d'énergie dans laquelle l'énergie provient d'une source d'énergie extérieure et est libérée en une seule manœuvre continue, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre sont indépendantes de l'action de l'opérateur.

2.4.17 *Effort (moment) de commande* (441-16-17)

Effort (moment), appliqué à un organe de commande, nécessaire à l'accomplissement de la manœuvre prévue.

2.4.18 *Effort (moment) de rappel* (441-16-19)

Effort (moment) prévu pour rappeler un organe de commande ou un élément de contact à sa position initiale.

2.4.19 *Course* (pour un appareil mécanique de connexion ou une partie de celui-ci) (441-16-21)

Déplacement (translation ou rotation) d'un point d'un élément mobile.

Note. — On peut distinguer entre course d'approche, course résiduelle, etc.

2.4.20 *Position de fermeture* (d'un appareil mécanique de connexion) (441-16-22)

Position dans laquelle la continuité prédéterminée du circuit principal de l'appareil est assurée.

2.4.21 *Position d'ouverture* (d'un appareil mécanique de connexion)

Position dans laquelle les prescriptions prédéterminées de tension de tenue diélectrique entre contacts ouverts sont assurées dans le circuit principal de l'appareil.

Note. — Cette définition diffère de celle du VEI 441-16-23 pour satisfaire aux prescriptions concernant les propriétés diélectriques.

2.4.22 *Déclenchement* (manœuvre de)

Manœuvre d'ouverture d'un appareil mécanique de connexion amorcée par un relais ou un déclencheur.

2.4.23 *Appareil mécanique de connexion à déclenchement libre*

Appareil mécanique de connexion dont les contacts mobiles reviennent en position d'ouverture et y demeurent quand la manœuvre (c'est-à-dire le déclenchement) d'ouverture est commandée après le début de la manœuvre de fermeture, même si l'ordre de fermeture est maintenu.

Notes 1. — Afin d'assurer une interruption correcte du courant qui peut avoir été établi, il peut être nécessaire que les contacts atteignent momentanément la position de fermeture.

2. — La rédaction de la définition 441-16-31 du VEI a été complétée en y ajoutant «(c'est-à-dire le déclenchement)» car la manœuvre d'ouverture d'un appareil mécanique de connexion à déclenchement libre est commandée automatiquement.

2.4.24 *Relais ou déclencheur instantané*

Relais ou déclencheur qui fonctionne sans retard intentionnel.

2.4.15 *Independent manual operation* (of a mechanical switching device) (441-16-16)

A stored energy operation where the energy originates from manual power, stored and released in one continuous operation, such that the speed and force of the operation are independent of the action of the operator.

2.4.16 *Independent power operation* (of a mechanical switching device)

A stored energy operation where the stored energy originates from an external power source and is released in one continuous operation, such that the speed and force of the operation are independent of the action of the operator.

2.4.17 *Actuating force (moment)* (441-16-17)

The force (moment) applied to an actuator necessary to complete the intended operation.

2.4.18 *Restoring force (moment)* (441-16-19)

The force (moment) provided to restore an actuator or a contact element to its initial position.

2.4.19 *Travel* (of a mechanical switching device or a part thereof) (441-16-21)

The displacement (translation or rotation) of a point on a moving element.

Note. — Distinction may be made between pre-travel, over-travel, etc.

2.4.20 *Closed position* (of a mechanical switching device) (441-16-22)

The position in which the predetermined continuity of the main circuit of the device is secured.

2.4.21 *Open position* (of a mechanical switching device)

The position in which the predetermined dielectric withstand voltage requirements are satisfied between open contacts in the main circuit of the device.

Note. — This definition differs from IECV 441-16-23 to meet the requirements of dielectric properties.

2.4.22 *Tripping (operation)*

An opening operation of a mechanical switching device initiated by a relay or release.

2.4.23 *Trip-free mechanical switching device*

A mechanical switching device, the moving contacts of which return to and remain in the open position when the opening (i.e. tripping) operation is initiated after the initiation of the closing operation, even if the closing command is maintained.

Notes 1. — To ensure proper breaking of the current which may have been established, it may be necessary that the contacts momentarily reach the closed position.

2. — The wording of IECV 441-16-31 has been completed by adding “(i.e. tripping)” since the opening operation of a trip-free mechanical switching device is automatically controlled.

2.4.24 *Instantaneous relay or release*

A relay or release which operates without any intentional time-delay.

2.4.25 *Relais ou déclencheur à maximum de courant*

Relais ou déclencheur qui permet l'ouverture, avec ou sans retard, d'un appareil mécanique de connexion, lorsque le courant dans le relais ou le déclencheur dépasse une valeur prédéterminée.

Note. — Cette valeur peut, dans certains cas, dépendre de la vitesse d'accroissement du courant.

2.4.26 *Relais ou déclencheur à maximum de courant à retard indépendant*

Relais ou déclencheur à maximum de courant qui fonctionne avec un retard défini qui peut être réglable mais est indépendant de la valeur de la surintensité.

2.4.27 *Relais ou déclencheur à maximum de courant à temps inverse*

Relais ou déclencheur à maximum de courant qui fonctionne après un intervalle de temps qui varie en raison inverse de la valeur de la surintensité.

Note. — Un tel relais ou déclencheur peut être prévu pour que le retard atteigne une valeur minimale définie pour les valeurs élevées de la surintensité.

2.4.28 *Relais ou déclencheur direct à maximum de courant*

Relais ou déclencheur à maximum de courant alimenté directement par le courant dans le circuit principal d'un appareil de connexion.

2.4.29 *Relais ou déclencheur indirect à maximum de courant*

Relais ou déclencheur à maximum de courant alimenté par le courant dans le circuit principal d'un appareil de connexion par l'intermédiaire d'un transformateur de courant ou d'un shunt.

2.4.30 *Relais ou déclencheur de surcharge*

Relais ou déclencheur à maximum de courant destiné à la protection contre les surcharges.

2.4.31 *Relais ou déclencheur thermique de surcharge*

Relais ou déclencheur de surcharge à temps inverse dont le fonctionnement (y compris la temporisation) dépend de l'action thermique du courant qui traverse le relais ou le déclencheur.

2.4.32 *Relais ou déclencheur magnétique de surcharge*

Relais ou déclencheur de surcharge dont le fonctionnement dépend de la force produite par un courant circulant dans le circuit principal et alimentant la bobine d'un électro-aimant.

Note. — Un tel relais ou déclencheur a généralement une caractéristique de courant à temps inverse.

2.4.33 *Déclencheur shunt (441-16-41)*

Déclencheur alimenté par une source de tension.

Note. — La source de tension peut être indépendante de la tension du circuit principal.

2.4.34 *Relais ou déclencheur à minimum de tension*

Relais ou déclencheur qui permet l'ouverture ou la fermeture, avec ou sans retard, d'un appareil mécanique de connexion lorsque la tension aux bornes du relais ou du déclencheur tombe au-dessous d'une valeur prédéterminée.

2.4.35 *Relais ou déclencheur à retour de courant (en courant continu seulement)*

Relais ou déclencheur qui permet l'ouverture, avec ou sans retard, d'un appareil mécanique de connexion lorsque le courant change de sens et dépasse une valeur prédéterminée.

2.4.36 *Courant de fonctionnement (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant)*

Valeur du courant à partir et au-dessus de laquelle le relais ou le déclencheur fonctionnera.

2.4.25 *Over-current relay or release*

A relay or release which causes a mechanical switching device to open with or without time-delay when the current in the relay or release exceeds a predetermined value.

Note. — This value can in some cases depend upon the rate-of-rise of current.

2.4.26 *Definite time-delay over-current relay or release*

An over-current relay or release which operates with a definite time-delay which may be adjustable, but is independent of the value of the over-current.

2.4.27 *Inverse time-delay over-current relay or release*

An over-current relay or release which operates after a time-delay inversely dependent upon the value of the over-current.

Note. — Such a relay or release may be designed so that the time-delay approaches a definite minimum value for high values of over-current.

2.4.28 *Direct over-current relay or release*

An over-current relay or release directly energized by the current in the main circuit of a switching device.

2.4.29 *Indirect over-current relay or release*

An over-current relay or release energized by the current in the main circuit of a switching device through a current transformer or a shunt.

2.4.30 *Overload relay or release*

An over-current relay or release intended for protection against overloads.

2.4.31 *Thermal overload relay or release*

An inverse time-delay overload relay or release depending for its operation (including its time-delay) on the thermal action of the current flowing in the relay or release.

2.4.32 *Magnetic overload relay or release*

An overload relay or release depending for its operation on the force exerted by the current in the main circuit exciting the coil of an electromagnet.

Note. — Such a relay or release usually has an inverse time-delay/current characteristic.

2.4.33 *Shunt release (441-16-41)*

A release energized by a source of voltage.

Note. — The source of voltage may be independent of the voltage of the main circuit.

2.4.34 *Under-voltage relay or release*

A relay or release which permits a mechanical switching device to open or close, with or without time-delay, when the voltage across the terminals of the relay or release falls below a predetermined value.

2.4.35 *Reverse current relay or release (d.c. only)*

A relay or release which permits a mechanical switching device to open, with or without time-delay, when the current flows in the reverse direction and exceeds a predetermined value.

2.4.36 *Operating current (of an over-current relay or release)*

The value of current at and above which the relay or release will operate.

2.4.37 *Courant de réglage* (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant ou de surcharge)

Valeur de courant du circuit principal à laquelle se rapportent les caractéristiques de fonctionnement du relais ou du déclencheur et pour laquelle le relais ou le déclencheur est réglé.

Note. — Un relais ou un déclencheur peut avoir plus d'un courant de réglage, fixé par un cadran de réglage, des filaments chauffants interchangeables, etc.

2.4.38 *Domaine du courant de réglage* (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant ou de surcharge)

Domaine limité par les valeurs minimales et maximales entre lesquelles on peut choisir la valeur du courant de réglage du relais ou du déclencheur.

2.5 *Grandeurs caractéristiques*

2.5.1 *Valeur nominale* (151-04-01)

Valeur de dénomination

Valeur approchée appropriée d'une grandeur, utilisée pour dénommer ou identifier un composant, un dispositif ou un matériel.

2.5.2 *Valeur limite* (151-04-02)

Pour une grandeur figurant dans une spécification, la plus grande ou la plus petite valeur admissible.

2.5.3 *Valeur assignée* (151-04-03)

Valeur d'une grandeur fixée, généralement par le constructeur, pour un fonctionnement spécifié d'un composant, d'un dispositif ou d'un matériel.

2.5.4 *Caractéristiques assignées* (151-04-04)

Ensemble des valeurs assignées et des conditions de fonctionnement.

2.5.5 *Courant présumé* (d'un circuit et relatif à un appareil de connexion ou à un fusible) (441-17-01)

Courant qui circulerait dans le circuit si chaque pôle de l'appareil de connexion ou le fusible était remplacé par un conducteur d'impédance négligeable.

Note. — La méthode à employer pour évaluer et pour exprimer le courant présumé doit être spécifiée dans la norme de matériel correspondante.

2.5.6 *Valeur de crête du courant présumé* (441-17-02)

Valeur de crête d'un courant présumé pendant la période transitoire qui suit son établissement.

Note. — La définition implique que le courant est établi par un appareil de connexion idéal, c'est-à-dire passant *instantanément* d'une impédance infinie à une impédance nulle. Pour un circuit ayant plusieurs voies, par exemple un circuit polyphasé, il est entendu en outre que le courant est établi *simultanément* dans tous les pôles, même si on ne considère que le courant dans un seul pôle.

2.5.7 *Courant présumé symétrique* (d'un circuit à courant alternatif) (441-17-03)

Courant présumé lorsqu'il est établi à un instant tel qu'aucun phénomène transitoire ne suit l'établissement.

Notes 1. — Pour des circuits polyphasés, la condition de non-apparition de phénomènes transitoires ne peut être remplie que pour un pôle à la fois.

2. — Le courant présumé symétrique est exprimé par sa valeur efficace.

2.4.37 *Current-setting* (of an over-current or overload relay or release)

The value of current of the main circuit to which the operating characteristics of the relay or release are referred and for which the relay or release is set.

Note. — A relay or release may have more than one current setting, provided by an adjustment dial, interchangeable heaters, etc.

2.4.38 *Current setting range* (of an over-current or overload relay or release)

The range between the minimum and maximum values over which the current setting of the relay or release can be adjusted.

2.5 *Characteristic quantities*

2.5.1 *Nominal value* (151-04-01)

A suitable approximate quantity value used to designate or identify a component, device or equipment.

2.5.2 *Limiting value* (151-04-02)

In a specification, the greatest or smallest admissible value of one of the quantities.

2.5.3 *Rated value* (151-04-03)

A quantity value assigned, generally by the manufacturer, for a specified operating condition of a component, device or equipment.

2.5.4 *Rating* (151-04-04)

The set of rated values and operating conditions.

2.5.5 *Prospective current* (of a circuit and with respect to a switching device or a fuse) (441-17-01)

The current that would flow in the circuit if each pole of the switching device or the fuse were replaced by a conductor of negligible impedance.

Note. — The method to be used to evaluate and to express the prospective current is to be specified in the relevant product standard.

2.5.6 *Prospective peak current* (441-17-02)

The peak value of a prospective current during the transient period following initiation.

Note. — The definition assumes that the current is made by an ideal switching device, i.e. with *instantaneous* transition from infinite to zero impedance. For circuits where the current can follow several different paths, e.g. polyphase circuits, it further assumes that the current is made *simultaneously* in all poles, even if only the current in one pole is considered.

2.5.7 *Prospective symmetrical current* (of an a.c. circuit) (441-17-03)

The prospective current when it is initiated at such an instant that no transient phenomenon follows the initiation.

Notes 1. — For polyphase circuits, the condition of non-transient period can only be satisfied for the current in one pole at a time.

2. — The prospective symmetrical current is expressed by its r.m.s. value.

2.5.8 *Valeur maximale de crête du courant présumé* (d'un circuit à courant alternatif) (441-17-04)

Valeur de crête du courant présumé quand l'établissement du courant a lieu à l'instant qui conduit à la plus grande valeur possible.

Note. — Pour un appareil multipolaire dans un circuit polyphasé, la valeur maximale de crête du courant présumé ne se rapporte qu'à un seul pôle.

2.5.9 *Courant établi présumé* (pour un pôle d'un appareil de connexion) (441-17-05)

Courant présumé lorsqu'il est établi dans des conditions spécifiées.

Note. — Les conditions spécifiées peuvent se rapporter à la *méthode* d'établissement, par exemple par un appareil de connexion idéal, ou à l'*instant* d'établissement, par exemple conduisant à la valeur maximale de crête ou à la vitesse maximale d'accroissement. La spécification de ces conditions est donnée dans la norme de matériel correspondante.

2.5.10 *Courant coupé présumé* (pour un pôle d'un appareil de connexion ou un fusible) (441-17-06)

Courant présumé évalué à l'instant correspondant au début du phénomène de coupure.

Note. — Des spécifications concernant l'instant du début du phénomène de coupure sont données dans la norme de matériel correspondante. Pour les appareils mécaniques de connexion ou les fusibles, cet instant est habituellement choisi comme l'instant du début d'un arc au cours d'une coupure.

2.5.11 *Courant coupé* (d'un appareil de connexion ou d'un fusible) (441-17-07)

Courant dans un pôle d'un appareil de connexion ou dans un fusible à l'instant de l'amorçage de l'arc ou au cours d'une coupure.

Note. — En courant alternatif, le courant est exprimé par la valeur efficace symétrique de la composante alternative.

2.5.12 *Pouvoir de coupure* (d'un appareil de connexion ou d'un fusible) (441-17-08)

Valeur du courant présumé coupé qu'un appareil de connexion ou un fusible est capable d'interrompre sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement.

Notes 1. — La tension à fixer et les conditions à prescrire sont précisées dans la norme de matériel correspondante.

2. — En courant alternatif, le courant est exprimé par la valeur efficace symétrique de la composante alternative.

3. — Pour le pouvoir de coupure en court-circuit, voir paragraphe 2.5.14.

2.5.13 *Pouvoir de fermeture* (d'un appareil de connexion) (441-17-09)

Valeur du courant présumé établi qu'un appareil de connexion est capable d'établir sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement.

Notes 1. — La tension à fixer et les conditions à prescrire sont précisées dans la norme de matériel correspondante.

2. — Pour le pouvoir de fermeture en court-circuit, voir paragraphe 2.5.15.

2.5.14 *Pouvoir de coupure en court-circuit* (441-17-11)

Un pouvoir de coupure pour lequel les conditions prescrites comprennent un court-circuit aux bornes de l'appareil de connexion.

2.5.15 *Pouvoir de fermeture en court-circuit* (441-17-10)

Un pouvoir de fermeture pour lequel les conditions prescrites comprennent un court-circuit aux bornes de l'appareil de connexion.

2.5.8 *Maximum prospective peak current* (of an a.c. circuit) (441-17-04)

The prospective peak current when initiation of the current takes place at the instant which leads to the highest possible value.

Note. — For a multipole device in a polyphase circuit, the maximum prospective peak current refers to one pole only.

2.5.9 *Prospective making current* (for a pole of a switching device) (441-17-05)

The prospective current when initiated under specified conditions.

Note. — The specified conditions may relate to the *method* of initiation, e.g. by an ideal switching device, or to the *instant* of initiation, e.g., leading to the maximum prospective peak current in an a.c. circuit, or to the highest rate of rise. The specification of these conditions is given in the relevant product standard.

2.5.10 *Prospective breaking current* (for a pole of a switching device or a fuse) (441-17-06)

The prospective current evaluated at a time corresponding to the instant of the initiation of the breaking process.

Note. — Specifications concerning the instant of the initiation of the breaking process are given in the relevant product standard. For mechanical switching devices or fuses, it is usually defined as the moment of initiation of the arc during the breaking process.

2.5.11 *Breaking current* (of a switching device or a fuse) (441-17-07)

The current in a pole of a switching device or in a fuse at the instant of initiation of the arc during a breaking process.

Note. — For a.c., the current is expressed as the symmetrical r.m.s. value of the a.c. component.

2.5.12 *Breaking capacity* (of a switching device or a fuse) (441-17-08)

A value of prospective breaking current that a switching device or a fuse is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour.

Notes 1. — The voltage to be stated and the conditions to be prescribed are dealt with in the relevant product standard.

2. — For a.c., the current is expressed as the symmetrical r.m.s. value of the a.c. component.

3. — For short-circuit breaking capacity, see Sub-clause 2.5.14.

2.5.13 *Making capacity* (of a switching device) (441-17-09)

A value of prospective making current that a switching device is capable of making at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour.

Notes 1. — The voltage to be stated and the conditions to be prescribed are dealt with in the relevant product standard.

2. — For short-circuit making capacity, see Sub-clause 2.5.15.

2.5.14 *Short-circuit breaking capacity* (441-17-11)

A breaking capacity for which prescribed conditions include a short-circuit at the terminals of the switching device.

2.5.15 *Short-circuit making capacity* (441-17-10)

A making capacity for which prescribed conditions include a short-circuit at the terminals of the switching device.

2.5.16 *Courant critique de charge*

Valeur de courant coupé, dans le domaine des conditions de service, à laquelle la durée d'arc est notablement étendue.

2.5.17 *Courant critique de court-circuit*

Valeur de courant coupé inférieure au pouvoir assigné de coupure en court-circuit, à laquelle l'énergie d'arc est notablement plus grande qu'au pouvoir assigné de coupure en court-circuit.

2.5.18 *Intégrale de Joule (I^2t) (441-18-23)*

Intégrale du carré du courant pour un intervalle de temps donné:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

2.5.19 *Courant coupé limité (441-17-12)*

Valeur instantanée maximale du courant atteinte au cours de la coupure par un appareil de connexion ou un fusible.

Note. — Cette notion est d'importance particulière si l'appareil de connexion ou le fusible fonctionne de telle manière que la valeur de crête du courant présumé du circuit n'est pas atteinte.

2.5.20 *Caractéristique temps-courant (441-17-13)*

Courbe donnant la durée, par exemple durée de préarc ou durée de fonctionnement, en fonction du courant présumé dans des conditions déterminées de fonctionnement.

2.5.21 *Caractéristique de courant coupé limité (441-17-14)*

Courbe donnant, pour des conditions déterminées de fonctionnement, le courant coupé limité en fonction du courant présumé.

Note. — En courant alternatif, les valeurs du courant coupé limité sont les valeurs maximales, quel que soit le degré d'asymétrie. En courant continu, ce sont les valeurs du courant coupé limité maximales atteintes, compte tenu de la constante de temps spécifiée.

2.5.22 *Coordination pour la protection contre les surintensités des dispositifs de protection à maximum de courant*

Coordination de deux ou plusieurs dispositifs de protection à maximum de courant en série pour assurer la sélectivité et/ou la protection d'accompagnement.

2.5.23 *Sélectivité lors d'une surintensité (441-17-15)*

Coordination entre les caractéristiques de fonctionnement de plusieurs dispositifs de protection à maximum de courant de telle façon qu'à l'apparition de surintensités comprises dans des limites données, le dispositif prévu pour fonctionner entre ces limites fonctionne, tandis que le ou les autres ne fonctionnent pas.

Note. — On distingue la sélectivité série réalisée par différents dispositifs de protection à maximum de courant soumis pratiquement à la même surintensité et la sélectivité de réseau réalisée par des dispositifs de protection à maximum de courant identiques soumis à des fractions différentes de la surintensité.

2.5.24 *Protection d'accompagnement*

Coordination, pour la protection contre les surintensités, de deux dispositifs de protection à maximum de courant dans laquelle le dispositif de protection, qui est généralement mais pas nécessairement situé côté source, effectue la protection contre les surintensités avec ou sans l'aide de l'autre dispositif de protection et empêche toute contrainte excessive sur celui-ci.

2.5.16 *Critical load current*

A value of breaking current, within the range of service conditions, at which the arcing time is significantly extended.

2.5.17 *Critical short-circuit current*

A value of breaking current, less than the rated short-circuit breaking capacity, at which the arc energy is significantly higher than at the rated short-circuit breaking capacity.

2.5.18 *Joule integral (I^2t) (441-18-23)*

The integral of the square of the current over a given time interval:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

2.5.19 *Cut-off current (441-17-12)*

Let-through current

The maximum instantaneous value of current attained during the breaking operation of a switching device or a fuse.

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.

2.5.20 *Time-current characteristic (441-17-13)*

A curve giving the time, e.g. pre-arcing time or operating time, as a function of the prospective current, under stated conditions of operation.

2.5.21 *Cut-off (current) characteristic (441-17-14)*

Let-through (current) characteristic

A curve giving the cut-off current as a function of the prospective current, under stated conditions of operation.

Note. — In the case of a.c., the values of the cut-off currents are the maximum values which can be reached whatever the degree of asymmetry. In the case of d.c., the values of the cut-off currents are the maximum values reached related to the time constant as specified.

2.5.22 *Over-current protective co-ordination of over-current protective devices*

Co-ordination of two or more over-current protective devices in series to ensure over-current discrimination (selectivity) and/or back-up protection.

2.5.23 *Over-current discrimination (441-17-15)*

Co-ordination of the operating characteristics of two or more over-current protective devices such that, on the incidence of over-currents within stated limits, the device intended to operate within these limits does so, while the other(s) does (do) not.

Note. — Distinction is made between series discrimination involving different over-current protective devices passing substantially the same over-current and network discrimination involving identical protective devices passing different proportions of the over-current.

2.5.24 *Back-up protection*

Over-current co-ordination of two over-current protective devices in series where the protective device, generally but not necessarily on the supply side, effects the over-current protection with or without the assistance of the other protective device and prevents any excessive stress on the latter.

2.5.25 *Courant d'intersection* (441-17-16)

Valeur du courant correspondant à l'intersection des caractéristiques temps-courant de deux dispositifs de protection à maximum de courant.

2.5.26 *Retard de courte durée*

Tout retard intentionnel de manœuvre n'excédant pas les limites du courant assigné de courte durée admissible.

2.5.27 *Courant de courte durée admissible* (441-17-17)

Courant qu'un circuit ou un appareil de connexion dans la position de fermeture peut supporter pendant un court intervalle de temps spécifié et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement.

2.5.28 *Valeur de crête du courant admissible* (441-17-18)

Valeur de crête du courant qu'un circuit ou un appareil de connexion dans la position de fermeture peut supporter dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement.

2.5.29 *Courant de court-circuit conditionnel* (d'un circuit ou d'un appareil de connexion)

Courant présumé qu'un circuit ou un appareil de connexion, protégé par un dispositif spécifié de protection contre les courts-circuits, peut supporter de façon satisfaisante pendant la durée totale de fonctionnement de ce dispositif dans des conditions spécifiées d'emploi et de comportement.

Notes 1. — Dans le cadre de la présente norme, le dispositif de protection contre les courts-circuits est généralement un disjoncteur ou un fusible.

2. — Cette définition diffère de la définition 441-17-20 du VEI par l'élargissement de la notion de dispositif limiteur de courant à celle d'un dispositif de protection contre les courts-circuits dont la fonction n'est pas seulement de limiter le courant.

2.5.30 *Courant conventionnel de non-déclenchement* (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant)

Valeur spécifiée de courant que peut supporter un relais ou un déclencheur pendant une durée spécifiée (durée conventionnelle) sans fonctionner.

2.5.31 *Courant conventionnel de déclenchement* (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant)

Valeur spécifiée de courant qui provoque le fonctionnement du relais ou du déclencheur pendant une durée spécifiée (durée conventionnelle).

2.5.32 *Tension appliquée* (pour un appareil de connexion) (441-17-24)

Tension qui existe entre les bornes d'un pôle d'un appareil de connexion immédiatement avant l'établissement du courant.

Note. — Cette définition s'applique à un appareil unipolaire. Pour un appareil multipolaire, c'est la tension entre phases entre les bornes d'alimentation de l'appareil.

2.5.33 *Tension de rétablissement* (441-17-25)

Tension qui apparaît entre les bornes d'un pôle d'un appareil de connexion ou d'un fusible après l'interruption du courant.

Notes 1. — Cette tension peut être considérée durant deux intervalles de temps consécutifs, l'un durant lequel existe une tension transitoire, suivi par un second intervalle durant lequel la tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en régime établi existe seule.

2. — Cette définition s'applique à un appareil unipolaire. Pour un appareil multipolaire, c'est la tension entre phases entre les bornes d'alimentation de l'appareil.

2.5.25 *Take-over current* (441-17-16)

The current co-ordinate of the intersection between the time-current characteristics of two over-current protective devices.

2.5.26 *Short-time delay*

Any intentional delay in operation within the limits of the rated short-time withstand current.

2.5.27 *Short-time withstand current* (441-17-17)

The current that a circuit or a switching device in the closed position can carry during a specified short time under prescribed conditions of use and behaviour.

2.5.28 *Peak withstand current* (441-17-18)

The value of peak current that a circuit or a switching device in the closed position can withstand under prescribed conditions of use and behaviour.

2.5.29 *Conditional short-circuit current* (of a circuit or a switching device)

The prospective current that a circuit or a switching device, protected by a specified short-circuit protective device, can satisfactorily withstand for the total operating time of that device under specified conditions of use and behaviour.

Notes 1. — For the purpose of this standard, the short-circuit protective device is generally a circuit-breaker or a fuse.

2. — This definition differs from IEC 441-17-20 by broadening the concept of current limiting device into a short-circuit protective device, the function of which is not only to limit the current.

2.5.30 *Conventional non-tripping current* (of an over-current relay or release)

A specified value of current which the relay or release can carry for a specified time (conventional time) without operating.

2.5.31 *Conventional tripping current* (of an over-current relay or release)

A specified value of current which causes the relay or release to operate within a specified time (conventional time).

2.5.32 *Applied voltage* (for a switching device) (441-17-24)

The voltage which exists across the terminals of a pole of a switching device just before the making of the current.

Note. — This definition applies to a single-pole device. For a multipole device it is the phase-to-phase voltage across the supply terminals of the device.

2.5.33 *Recovery voltage* (441-17-25)

The voltage which appears across the terminals of a pole of a switching device or a fuse after the breaking of the current.

Notes 1. — This voltage may be considered in two successive intervals of time, one during which a transient voltage exists, followed by a second one during which the power-frequency voltage or the steady-state recovery voltage alone exists.

2. — This definition applies to a single-pole device. For a multipole device it is the phase-to-phase voltage across the supply terminals of the device.

2.5.34 Tension transitoire de rétablissement (en abrégé: TTR) (441-17-26)

Tension de rétablissement pendant la durée où elle présente un caractère transitoire appréciable.

Note. — La tension transitoire peut être oscillatoire ou non oscillatoire ou être une combinaison de celles-ci selon les caractéristiques du circuit, de l'appareil de connexion ou du fusible. Elle tient compte de la variation du potentiel du point neutre du circuit polyphasé.

2.5.35 Tension de rétablissement à fréquence industrielle (441-17-27)

Tension de rétablissement après la disparition des phénomènes transitoires de tension.

2.5.36 Tension de rétablissement en courant continu en régime établi (441-17-28)

Tension de rétablissement dans un circuit à courant continu après la disparition des phénomènes transitoires de tension, exprimée par sa valeur moyenne s'il y a des ondulations.

2.5.37 Tension transitoire de rétablissement présumée (d'un circuit) (441-17-29)

Tension transitoire de rétablissement qui suit la coupure du courant présumé symétrique par un appareil de connexion idéal.

Note. — La définition implique que l'appareil de connexion ou le fusible, pour lequel la tension transitoire de rétablissement est recherchée, est remplacé par un appareil de connexion idéal, c'est-à-dire dont l'impédance passe instantanément de la valeur zéro à la valeur infinie à l'instant du courant zéro, c'est-à-dire au zéro «naturel». Pour des circuits ayant plusieurs voies, par exemple un circuit polyphasé, on suppose en outre que la coupure du courant par l'appareil de connexion idéal n'a lieu que sur le pôle considéré.

2.5.38 Tension d'arc (d'un appareil mécanique de connexion) (en valeur de crête) (441-17-30)

Valeur maximale instantanée de tension qui, dans des conditions prescrites, apparaît entre les bornes d'un pôle d'un appareil de connexion pendant la durée d'arc.

2.5.39 Durée d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion) (441-17-36)

Intervalle de temps entre l'instant spécifié de début de la manœuvre d'ouverture et l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles.

Note. — L'instant de début de la manœuvre d'ouverture, c'est-à-dire l'émission de l'ordre d'ouverture (par exemple: l'alimentation d'un déclencheur, etc.) est donné dans la norme de matériel correspondante.

2.5.40 Durée d'arc (d'un pôle ou d'un fusible) (441-17-37)

Intervalle de temps entre l'instant du début de l'arc sur un pôle ou sur un fusible et l'instant de l'extinction finale de l'arc sur ce pôle ou ce fusible.

2.5.41 Durée d'arc (d'un appareil de connexion multipolaire) (441-17-38)

Intervalle de temps entre l'instant du premier début d'un arc et l'instant de l'extinction finale de l'arc sur tous les pôles.

2.5.42 Durée de coupure (441-17-39)

Intervalle de temps entre le début de la durée d'ouverture d'un appareil mécanique de connexion (ou le début de la durée de préarc d'un fusible) et la fin de la durée d'arc.

2.5.43 Durée d'établissement (441-17-40)

Intervalle de temps entre le début de la manœuvre de fermeture et l'instant où le courant commence à circuler dans le circuit principal.

2.5.44 Durée de fermeture (441-17-41)

Intervalle de temps entre le début de la manœuvre de fermeture et l'instant où les contacts se touchent dans tous les pôles.

2.5.34 Transient recovery voltage (abbrev. TRV) (441-17-26)

The recovery voltage during the time in which it has a significant transient character.

Note. — The transient voltage may be oscillatory or non-oscillatory or a combination of these depending on the characteristics of the circuit, the switching device or the fuse. It includes the voltage shift of the neutral of a polyphase circuit.

2.5.35 Power-frequency recovery voltage (441-17-27)

The recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided.

2.5.36 D.C. steady-state recovery voltage (441-17-28)

The recovery voltage in a d.c. circuit after the transient voltage phenomena have subsided, expressed by the mean value where ripple is present.

2.5.37 Prospective transient recovery voltage (of a circuit) (441-17-29)

The transient recovery voltage following the breaking of the prospective symmetrical current by an ideal switching device.

Note. — The definition assumes that the switching device or the fuse, for which the prospective transient recovery voltage is sought, is replaced by an ideal switching device, i.e. having instantaneous transition from zero to infinite impedance at the very instant of zero current, i.e. at the "natural" zero. For circuits where the current can follow several different paths, e.g. a polyphase circuit, the definition further assumes that the breaking of the current by the ideal switching device takes place only in the pole considered.

2.5.38 Peak arc voltage (of a mechanical switching device) (441-17-30)

The maximum instantaneous value of voltage which, under prescribed conditions, appears across the terminals of a pole of a switching device during the arcing time.

2.5.39 Opening time (of a mechanical switching device) (441-17-36)

The interval of time between the specified instant of initiation of the opening operation and the instant when the arcing contacts have separated in all poles.

Note. — The instant of initiation of the opening operation, i.e. the application of the opening command (e.g. energizing the release, etc.), is given in the relevant product standard.

2.5.40 Arcing time (of a pole or a fuse) (441-17-37)

The interval of time between the instant of the initiation of the arc in a pole or a fuse and the instant of final arc extinction in that pole or that fuse.

2.5.41 Arcing time (of a multipole switching device) (441-17-38)

The interval of time between the instant of the first initiation of an arc and the instant of final arc extinction in all poles.

2.5.42 Break time (441-17-39)

The interval of time between the beginning of the opening time of a mechanical switching device (or the pre-arcing time of a fuse) and the end of the arcing time.

2.5.43 Make time (441-17-40)

The interval of time between the initiation of the closing operation and the instant when the current begins to flow in the main circuit.

2.5.44 Closing time (441-17-41)

The interval of time between the initiation of the closing operation and the instant when the contacts touch in all poles.

2.5.45 *Durée d'établissement-coupure* (441-17-43)

Intervalle de temps entre l'instant où le courant commence à circuler dans un pôle et l'instant de l'extinction finale des arcs sur tous les pôles, le déclencheur étant alimenté à l'instant où le courant commence à circuler dans le circuit principal.

2.5.46 *Distance d'isolement* (441-17-31)

Distance entre deux parties conductrices le long d'un fil tendu suivant le plus court trajet possible entre ces deux parties conductrices.

2.5.47 *Distance d'isolement entre pôles* (441-17-32)

Distance d'isolement entre n'importe quelles parties conductrices de pôles adjacents.

2.5.48 *Distance d'isolement à la terre* (441-17-33)

Distance d'isolement entre n'importe quelle partie conductrice et n'importe quelle partie réunie à la terre ou prévue pour être réunie à la terre.

2.5.49 *Distance d'isolement entre contacts ouverts* (441-17-34)

Distance d'isolement totale entre les contacts, ou n'importe quelles parties conductrices qui leur sont reliées, d'un pôle d'un appareil mécanique de connexion dans la position d'ouverture.

2.5.50 *Distance de sectionnement* (d'un pôle d'un appareil mécanique de connexion) (441-17-35)

Distance d'isolement entre contacts ouverts satisfaisant aux prescriptions de sécurité concernant les sectionneurs.

2.5.51 *Ligne de fuite*

Distance la plus courte le long de la surface d'une matière isolante entre deux parties conductrices.

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

2.5.52 *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.

2.5.53 *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).

2.5.54 *Surtensions transitoires*

Au sens de la présente norme, les surtensions transitoires sont les suivantes:

2.5.54.1 *Surtension de manœuvre*

Surtension transitoire apparaissant en un point donné d'un système (réseau) et engendrée par une manœuvre ou un défaut.

2.5.54.2 *Surtension de foudre*

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

2.5.54.3 *Surtension de fonctionnement*

Surtension intentionnelle et nécessaire au fonctionnement d'un appareil.

2.5.45 Make-break time (441-17-43)

The interval of time between the instant when the current begins to flow in a pole and the instant of final arc extinction in all poles, with the opening release energized at the instant when current begins to flow in the main circuit.

2.5.46 Clearance (441-17-31)

The distance between two conductive parts along a string stretched the shortest way between these conductive parts.

2.5.47 Clearance between poles (441-17-32)

The clearance between any conductive parts of adjacent poles.

2.5.48 Clearance to earth (441-17-33)

The clearance between any conductive parts and any parts which are earthed or intended to be earthed.

2.5.49 Clearance between open contacts (gap) (441-17-34)

The total clearance between the contacts, or any conductive parts connected thereto, of a pole of a mechanical switching device in the open position.

2.5.50 Isolating distance (of a pole of a mechanical switching device) (441-17-35)

The clearance between open contacts meeting the safety requirements specified for disconnectors.

2.5.51 Creepage distance

The shortest distance along the surface of an insulating material between two conductive parts.

Note. — A joint between two pieces of insulating material is considered part of the surface.

2.5.52 Working voltage

The highest r.m.s. value of the a.c. voltage or the highest value of the 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.

2.5.53 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).

2.5.54 Transient overvoltages

The transient overvoltages in the sense of this standard are the following:

2.5.54.1 Switching overvoltage

A transient overvoltage at a given location on a system due to a specific switching operation or a fault.

2.5.54.2 Lightning overvoltage

A transient overvoltage at a given location on a system due to a specific lightning discharge (see also I E C Publications 60 and 71-1).

2.5.54.3 Functional overvoltage

A deliberately imposed overvoltage necessary for the functioning of a device.

2.5.55 *Tension de tenue aux chocs*

Valeur de crête la plus élevée d'une tension de choc, de forme et de polarité prescrites, qui ne provoque pas de claquage dans des conditions d'essai spécifiées.

2.5.56 *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.

2.5.57 *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.

2.5.58 *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 du micro-environnement auquel est exposé un matériel peut être différent de celui du macro-environnement dans lequel est situé le matériel en raison de la protection assurée par une enveloppe ou un chauffage interne empêchant l'absorption ou la condensation de l'humidité.

2. — Dans le cadre de la présente norme, le degré de pollution est celui du micro-environnement.

2.5.59 *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 du matériel qui détermine l'effet sur l'isolation. Le micro-environnement peut être meilleur ou pire que l'environnement du matériel. Il comprend tous les facteurs influant sur l'isolation, tels que conditions climatiques, influences électromagnétiques, production de pollution, etc.

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

Nombre conventionnel, basé sur la limitation (ou la commande) des valeurs des 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 séries 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.

2.5.61 *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.

2.5.62 *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.

2.5.63 *Champ non homogène (non uniforme)*

Champ électrique dont le gradient de tension entre électrodes n'est pas essentiellement constant.

2.5.55 *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.

2.5.56 *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.

2.5.57 *Pollution*

Any condition of foreign matter, solid, liquid or gaseous (ionized gases), that may affect dielectric strength or surface resistivity.

2.5.58 *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 equipment is exposed may be different from that of the macro-environment where the equipment is 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 that of the micro-environment.

2.5.59 *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 equipment determines the effect on the insulation. The micro-environment might be better or worse than the environment of the equipment. It includes all factors influencing the insulation, such as climatic and electromagnetic conditions, generation of pollution, etc.

2.5.60 *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.

2.5.61 *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.

2.5.62 *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.

2.5.63 *Inhomogeneous (non-uniform) field*

An electric field which has not an essentially constant voltage gradient between electrodes.

2.5.64 *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.

2.5.65 *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.

Notes 1. — La valeur de chaque tension d'essai et de l'indice de résistance au cheminement doit être divisible par 25.

2. — Cette définition reproduit le paragraphe 2.3 de la Publication 112 de la C E I.

2.6 *Essais*

2.6.1 *Essai de type (151-04-15)*

Essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications.

2.6.2 *Essai individuel de série (151-04-16)*

Essai auquel est soumis chaque dispositif en cours et/ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis.

2.6.3 *Essai (de série) sur prélèvement (151-04-17)*

Essai effectué sur un certain nombre de dispositifs prélevés au hasard dans un lot.

2.6.4 *Essai spécial*

Essai s'ajoutant aux essais de type et aux essais individuels de série, effectué soit à la discrétion du constructeur, soit par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

3. **Classification**

Cet article est destiné à énumérer les caractéristiques d'un matériel sur lesquelles le constructeur peut donner des informations et qui peuvent ne pas être nécessairement vérifiées par des essais.

Cet article n'est pas obligatoire dans les normes de matériel, pour lesquelles il est néanmoins recommandé de le prévoir afin de pouvoir donner, s'il le faut, la liste des critères de classification.

2.5.64 *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.

2.5.65 *Comparative tracking index (CTI)*

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

Notes 1. — The value of each test voltage and the CTI should be divisible by 25.

2. — This definition reproduces Sub-clause 2.3 of IEC Publication 112.

2.6 *Tests*

2.6.1 *Type test (151-04-15)*

A test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications.

2.6.2 *Routine test (151-04-16)*

A test to which each individual device is subjected during and/or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria.

2.6.3 *Sampling test (151-04-17)*

A test on a number of devices taken at random from a batch.

2.6.4 *Special test*

A test, additional to type tests and routine tests, made either at the discretion of the manufacturer or according to an agreement between manufacturer and user.

3. **Classification**

This clause is intended to list the characteristics of an equipment on which information may be given by the manufacturer and which may not necessarily have to be verified by testing.

This clause is not mandatory in product standards which should however leave space for it in order to list, where necessary, classification criteria.

4. Caractéristiques

Liste alphabétique des caractéristiques (assignées ou non) et des symboles

Caractéristique	Symbole	Paragraphe
Catégorie d'emploi	—	4.4
Courant assigné	I_n	1)
Courant assigné de court-circuit conditionnel	—	4.3.6.4
Courant assigné de courte durée admissible	I_{cw}	4.3.6.1
Courant assigné d'emploi	I_e	4.3.2.3
Courant assigné ininterrompu	I_u	4.3.2.4
Courant assigné rotorique	I_{er}	1)
Courant assigné statorique	I_{es}	1)
Courant d'intersection	I_B	2.5.25
Courant limite de sélectivité	I_s	1)
Courant thermique conventionnel à l'air libre	I_{th}	4.3.2.1
Courant thermique conventionnel sous enveloppe	I_{thc}	4.3.2.2
Courant thermique rotorique	I_{thr}	1)
Courant thermique statorique	I_{ths}	1)
Fréquence assignée	—	4.3.3
Pouvoir assigné de coupure	—	4.3.5.3
Pouvoir assigné de coupure en court-circuit	I_{cn}	4.3.6.3
Pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit	I_{cs}	1)
Pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit	I_{cu}	1)
Pouvoir assigné de fermeture	—	4.3.5.2
Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit	I_{cm}	4.3.6.2
Puissance assignée d'emploi	—	4.3.2.3
Service de huit heures (service continu)	—	4.3.4.1
Service ininterrompu	—	4.3.4.2
Service intermittent	—	4.3.4.3
Service périodique	—	4.3.4.5
Service temporaire	—	4.3.4.4
Tension assignée d'alimentation des circuits de commande	U_s	4.5.1
Tension assignée des circuits de commande	U_c	4.5.1
Tension assignée d'emploi	U_e	4.3.1.1
Tension assignée de démarrage d'un démarreur par autotransformateur	—	1)
Tension assignée d'isolement	U_i	4.3.1.2
Tension assignée rotorique d'emploi	U_{er}	1)
Tension assignée rotorique d'isolement	U_{ir}	1)
Tension assignée statorique d'emploi	U_{es}	1)
Tension assignée statorique d'isolement	U_{is}	1)
Tension assignée de tenue aux chocs	U_{imp}	4.3.1.3

1) Cette caractéristique est définie dans la norme de matériel correspondante.

Note. — La liste ci-dessus n'est pas exhaustive.

4.1 Généralités

Les caractéristiques d'un matériel doivent être précisées dans la norme de matériel correspondante, en ce qui concerne les points suivants, le cas échéant:

- le type du matériel (paragraphe 4.2);
- les valeurs assignées et les valeurs limites pour le circuit principal (paragraphe 4.3);
- la catégorie d'emploi (paragraphe 4.4);
- les circuits de commande (paragraphe 4.5);
- les circuits auxiliaires (paragraphe 4.6);
- les relais et les déclencheurs (paragraphe 4.7);
- la coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (paragraphe 4.8);
- les surtensions de manœuvre (paragraphe 4.9).

4. Characteristics

Alphabetical list of characteristics (whether rated or not) and symbols

Characteristic	Symbol	Sub-clause
Conventional enclosed thermal current	I_{the}	4.3.2.2
Conventional free air thermal current	I_{th}	4.3.2.1
Eight hour duty	—	4.3.4.1
Intermittent duty	—	4.3.4.3
Periodic duty	—	4.3.4.5
Rated breaking capacity	—	4.3.5.3
Rated conditional short-circuit current	—	4.3.6.4
Rated control circuit voltage	U_c	4.5.1
Rated control supply voltage	U_s	4.5.1
Rated current	I_n	1) ¹⁾
Rated frequency	—	4.3.3
Rated impulse withstand voltage	U_{imp}	4.3.1.3
Rated insulation voltage	U_i	4.3.1.2
Rated making capacity	—	4.3.5.2
Rated operational current	I_e	4.3.2.3
Rated operational power	—	4.3.2.3
Rated operational voltage	U_e	4.3.1.1
Rated rotor insulation voltage	U_{ir}	1)
Rated rotor operational current	I_{er}	1)
Rated rotor operational voltage	U_{er}	1)
Rated service short-circuit breaking capacity	I_{es}	1)
Rated short-circuit breaking capacity	I_{cn}	4.3.6.3
Rated short-circuit making capacity	I_{cm}	4.3.6.2
Rated short-time withstand current	I_{tw}	4.3.6.1
Rated starting voltage of an autotransformer starter	—	1)
Rated stator insulation voltage	U_{is}	1)
Rated stator operational current	I_{es}	1)
Rated stator operational voltage	U_{es}	1)
Rated ultimate short-circuit breaking capacity	I_{cu}	1)
Rated uninterrupted current	I_u	4.3.2.4
Rotor thermal current	I_{thr}	1)
Selectivity limit current	I_s	1)
Stator thermal current	I_{ths}	1)
Take-over current	I_B	2.5.25
Temporary duty	—	4.3.4.4
Uninterrupted duty	—	4.3.4.2
Utilization category	—	4.4

1) This rating is defined in the relevant product standard.

Note. — The above list is not exhaustive.

4.1 General

The characteristics of an equipment shall be stated in the relevant product standard in respect of the following, where applicable:

- type of equipment (Sub-clause 4.2);
- rated and limiting values for the main circuit (Sub-clause 4.3);
- utilization category (Sub-clause 4.4);
- control circuits (Sub-clause 4.5);
- auxiliary circuits (Sub-clause 4.6);
- relay and releases (Sub-clause 4.7);
- co-ordination with short-circuit protective devices (Sub-clause 4.8);
- switching overvoltages (Sub-clause 4.9).

4.2 Type du matériel

La norme du matériel doit préciser ce qui suit, le cas échéant:

- nature du matériel: par exemple, contacteur, disjoncteur, etc.;
- nombre de pôles;
- nature du courant;
- milieu de coupure;
- conditions de fonctionnement (mode de manœuvre, mode de commande, etc.).

Note. — La liste ci-dessus n'est pas exhaustive.

4.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal

Les caractéristiques assignées sont fixées par le constructeur. Elles doivent être fixées conformément aux paragraphes 4.3.1 à 4.3.6, comme demandé par la norme de matériel correspondante, mais il n'est pas nécessaire de spécifier toutes celles qui sont énumérées.

4.3.1 Tensions assignées

Un matériel est défini par les tensions assignées suivantes:

Note. — Certains matériels peuvent avoir plus d'une tension assignée ou un domaine de tensions assignées.

4.3.1.1 Tension assignée d'emploi (U_e)

Une tension assignée d'emploi d'un matériel est une valeur de tension qui, combinée avec un courant assigné d'emploi, détermine l'emploi du matériel, et à laquelle se rapportent les essais correspondants et la catégorie d'emploi.

Pour un matériel unipolaire, la tension assignée d'emploi s'exprime généralement par la tension à travers le pôle.

Pour un matériel multipolaire, elle s'exprime généralement par la tension entre phases.

Notes 1. — Pour certains appareils et pour des applications particulières, une méthode différente pour exprimer U_e peut s'appliquer; il convient de préciser cette méthode dans la norme de matériel correspondante.

2. — Dans le cas des matériels multipolaires pour emploi sur des circuits polyphasés, on peut faire une distinction entre:

- a) les matériels destinés aux réseaux dans lesquels un seul défaut à la terre n'entraîne pas l'apparition de la totalité de la tension entre phases sur un pôle (c'est-à-dire réseaux non reliés à la terre et réseaux à neutre relié à la terre);
- b) les matériels destinés aux réseaux dans lesquels un seul défaut à la terre entraîne l'apparition de la totalité de la tension entre phases sur un pôle (c'est-à-dire réseaux ayant une phase reliée à la terre).

3. — Un matériel peut être caractérisé par un certain nombre de valeurs combinées de tensions assignées d'emploi et de courants ou de puissances assignées d'emploi correspondant à différents services et différentes catégories d'emploi.

4. — Un matériel peut être caractérisé par un certain nombre de tensions assignées d'emploi et de pouvoirs de fermeture et de coupure correspondant à différents services et différentes catégories d'emploi.

5. — L'attention est attirée sur le fait que la tension d'emploi peut être différente de la tension locale (voir paragraphe 2.5.52) à l'intérieur d'un matériel.

4.3.1.2 Tension assignée d'isolement (U_i)

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

En aucun cas, la valeur la plus élevée de la tension assignée d'emploi ne doit dépasser celle de la tension assignée d'isolement.

Note. — Dans le cas des matériels pour lesquels la tension assignée d'isolement n'est pas spécifiée, la valeur la plus élevée de la tension assignée d'emploi est considérée comme étant la tension assignée d'isolement.

4.2 Type of equipment

The product standard shall state the following, where applicable:

- kind of equipment: e.g. contactor, circuit-breaker, etc.;
- number of poles;
- kind of current;
- interrupting medium;
- operating conditions (method of operation, method of control, etc.).

Note. — The above list is not exhaustive.

4.3 Rated and limiting values for the main circuit

Ratings are assigned by the manufacturer. They shall be stated in accordance with Sub-clauses 4.3.1 to 4.3.6 as required by the relevant product standard, but it is not necessary to establish all the ratings listed.

4.3.1 Rated voltages

An equipment is defined by the following rated voltages:

Note. — Certain types of equipment may have more than one rated voltage or may have a rated voltage range.

4.3.1.1 Rated operational voltage (U_e)

A rated operational voltage of an equipment is a value of voltage which, combined with a rated operational current, determines the application of the equipment and to which the relevant tests and the utilization categories are referred.

For single-pole equipment, the rated operational voltage is generally stated as the voltage across the pole.

For multipole equipment, it is generally stated as the voltage between phases.

Notes 1. — For certain devices and particular applications a different method of stating U_e may apply: this should be stated in the relevant product standard.

2. — For multipole equipment for use on polyphase circuits a distinction may be made between:

- a) equipment for use on systems where a single fault to earth will not cause the full phase-to-phase voltage to appear across a pole (i.e. unearthed and neutral earthed systems);
- b) equipment for use on systems where a single fault to earth will cause the full phase-to-phase voltage to appear across a pole (i.e. phase earthed systems).

3. — An equipment may be assigned a number of combinations of rated operational voltages and rated operational currents or powers for different duties and utilization categories.

4. — An equipment may be assigned a number of rated operational voltages and associated making and breaking capacities for different duties and utilization categories.

5. — Attention is drawn to the fact that the operational voltage may differ from the working voltage (see Sub-clause 2.5.52) within an equipment.

4.3.1.2 Rated insulation voltage (U_i)

The rated insulation voltage of an equipment is the value of voltage to which dielectric tests voltage and creepage distances are referred.

In no case shall the maximum value of the rated operational voltage exceed that of the rated insulation voltage.

Note. — For equipment not having a specified rated insulation voltage, the highest value of the rated operational voltage is considered to be the rated insulation voltage.

4.3.1.3 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

Valeur de crête d'une tension de choc, de forme et de polarité prescrites, que le matériel est susceptible de supporter sans claquage, dans des conditions d'essai spécifiées, et à laquelle on se réfère pour les valeurs des distances d'isolement.

La tension assignée de tenue aux chocs d'un matériel doit être égale ou supérieure aux valeurs fixées pour les surtensions transitoires apparaissant dans le circuit où est placé ce matériel.

Note. — Les valeurs préférentielles de la tension assignée de tenue aux chocs sont indiquées au tableau XII, page 142.

4.3.2 Courants

Un matériel est défini par les courants suivants:

4.3.2.1 Courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th})

Le courant thermique conventionnel à l'air libre est la valeur maximale du courant d'essai à utiliser pour les essais d'échauffement du matériel sans enveloppe à l'air libre (voir paragraphe 8.3.3.3).

La valeur du courant thermique conventionnel à l'air libre doit être au moins égale à la valeur maximale du courant assigné d'emploi (voir paragraphe 4.3.2.3) du matériel sans enveloppe, en service de 8 heures (voir paragraphe 4.3.4.1).

On entend par air libre celui qui existe dans les conditions normales à l'intérieur, raisonnablement exempt de poussières et de radiations externes.

Notes 1. — Ce courant n'est pas une caractéristique assignée et n'est pas obligatoirement marqué sur le matériel.

2. — Un matériel sans enveloppe est un matériel fourni par le constructeur sans enveloppe ou un matériel fourni par le constructeur avec une enveloppe intégrée qui n'est pas destinée normalement à être la seule enveloppe protégeant le matériel.

4.3.2.2 Courant thermique conventionnel sous enveloppe (I_{the})

Le courant thermique conventionnel sous enveloppe d'un matériel est la valeur du courant, fixée par le constructeur, à utiliser pour les essais d'échauffement du matériel lorsqu'il est monté dans une enveloppe spécifiée. Ces essais doivent être conformes au paragraphe 8.3.3.3 et sont obligatoires si le matériel est décrit comme matériel sous enveloppe dans les catalogues du constructeur et normalement destiné à être utilisé avec une ou plusieurs enveloppes de type et de taille spécifiés (voir note 2).

La valeur du courant thermique conventionnel sous enveloppe doit être au moins égale à la valeur maximale du courant assigné d'emploi (voir paragraphe 4.3.2.3) du matériel sous enveloppe en service de 8 heures (voir paragraphe 4.3.4.1).

Si le matériel est normalement destiné à être utilisé dans des enveloppes non spécifiées, cet essai n'est pas obligatoire si l'essai au courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th}) a été effectué. Dans ce cas, le constructeur doit être en mesure de fournir des indications sur la valeur du courant thermique sous enveloppe ou sur le facteur de déclassement.

Notes 1. — Ce courant n'est pas une caractéristique assignée et n'est pas obligatoirement marqué sur le matériel.

2. — La valeur du courant thermique conventionnel sous enveloppe peut se rapporter à l'absence de ventilation, auquel cas l'enveloppe utilisée pour l'essai doit être de la taille déclarée par le constructeur comme étant la plus petite utilisable en service. Elle peut aussi tenir compte d'une ventilation, celle-ci étant conforme aux indications du constructeur.

3. — Un matériel sous enveloppe est un matériel normalement destiné à être employé avec un type et une taille d'enveloppe déterminés ou avec plus d'un type d'enveloppe.

4.3.2.3 Courants assignés d'emploi (I_e) ou puissances assignées d'emploi

Un courant assigné d'emploi d'un matériel est défini par le constructeur et tient compte de la tension assignée d'emploi (voir paragraphe 4.3.1.1), de la fréquence assignée (voir

4.3.1.3 *Rated impulse withstand voltage (U_{imp})*

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

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

Note. — Preferred values of rated impulse withstand voltage are given in Table XII, page 143.

4.3.2 *Currents*

An equipment is defined by the following currents:

4.3.2.1 *Conventional free air thermal current (I_{th})*

The conventional free air thermal current is the maximum value of test current to be used for temperature-rise tests of unenclosed equipment in free air (see Sub-clause 8.3.3.3).

The value of the conventional free air thermal current shall be at least equal to the maximum value of the rated operational current (see Sub-clause 4.3.2.3) of the unenclosed equipment in eight-hour duty (see Sub-clause 4.3.4.1).

Free air is understood to be air under normal indoor conditions reasonably free from draughts and external radiation.

Notes 1. — This current is not a rating and is not mandatorily marked on the equipment.

2. — An unenclosed equipment is an equipment supplied by the manufacturer without an enclosure or an equipment supplied by the manufacturer with an integral enclosure which is not normally intended to be the sole equipment protective enclosure.

4.3.2.2 *Conventional enclosed thermal current (I_{the})*

The conventional enclosed thermal current is the value of current stated by the manufacturer to be used for the temperature-rise tests of the equipment when mounted in a specified enclosure. Such tests shall be in accordance with Sub-clause 8.3.3.3 and are mandatory if the equipment is described as enclosed equipment in the manufacturer's catalogues and normally intended for use with one or more enclosures of specified type and size (see Note 2).

The value of the conventional enclosed thermal current shall be at least equal to the maximum value of the rated operational current (see Sub-clause 4.3.2.3) of the enclosed equipment in eight-hour duty (see Sub-clause 4.3.4.1).

If the equipment is normally intended for use in unspecified enclosures, the test is not mandatory if the test for conventional free air thermal current (I_{th}) has been made. In this case, the manufacturer shall be prepared to give guidance on the value of enclosed thermal current or the derating factor.

Notes 1. — This current is not a rating and is not mandatorily marked on the equipment.

2. — The conventional enclosed thermal current value may be for unventilated equipment in which case the enclosure used for the test shall be of the size stated by the manufacturer as being the smallest that is applicable in service. Alternatively, the value may be for a ventilated equipment according to the manufacturer's data.
3. — An enclosed equipment is an equipment normally intended for use with a specified type and size of enclosure or intended for use with more than one type of enclosure.

4.3.2.3 *Rated operational currents (I_e) or rated operational powers*

A rated operational current of an equipment is stated by the manufacturer and takes into account the rated operational voltage (see Sub-clause 4.3.1.1), the rated frequency (see

paragraphe 4.3.3), du service assigné (voir paragraphe 4.3.4), de la catégorie d'emploi (voir paragraphe 4.4) et du type d'enveloppe de protection, le cas échéant.

Dans le cas de matériels pour la commande directe d'un seul moteur, l'indication d'un courant assigné d'emploi peut être remplacée ou complétée par celle de la puissance maximale disponible assignée, sous la tension assignée d'emploi considérée, du moteur pour lequel le matériel est prévu. Le constructeur doit être en mesure de préciser la relation qui est admise entre le courant d'emploi et la puissance d'emploi, le cas échéant.

4.3.2.4 Courant assigné ininterrompu (I_u)

Le courant assigné ininterrompu d'un matériel est une valeur de courant, fixée par le constructeur, que le matériel peut supporter en service ininterrompu (voir paragraphe 4.3.4.2).

4.3.3 Fréquence assignée

Fréquence d'alimentation pour laquelle un matériel est établi et à laquelle correspondent les autres valeurs caractéristiques.

Note. — Un même matériel peut avoir plusieurs fréquences assignées ou un domaine de fréquences assignées ou convenir à la fois au courant alternatif et au courant continu.

4.3.4 Services assignés

Les services assignés considérés comme normaux sont:

4.3.4.1 Service continu (service de 8 heures)

Service dans lequel les contacts principaux d'un matériel demeurent fermés, tout en étant parcourus par un courant constant pendant une durée assez longue pour qu'ils puissent atteindre l'équilibre thermique mais ne dépassant pas 8 h sans interruption.

Notes 1. — Ce service est le service de base d'après lequel les courants thermiques conventionnels I_{th} et I_{the} du matériel sont déterminés.

2. — Par interruption, on entend la coupure du courant par la manœuvre du matériel.

4.3.4.2 Service ininterrompu

Service sans intervalle de repos dans lequel les contacts principaux d'un matériel demeurent fermés sans interruption, tout en étant parcourus par un courant constant, pendant des durées supérieures à 8 h (des semaines, des mois ou même des années).

Note. — Ce genre de service diffère du service de 8 h car les oxydes et les poussières peuvent s'accumuler sur les contacts et amener un échauffement progressif. Il peut être tenu compte du service ininterrompu, soit par l'adoption d'un facteur de déclassement, soit par des conceptions particulières (contacts en argent, par exemple).

4.3.4.3 Service intermittent périodique ou service intermittent

Service avec des durées de fonctionnement en charge pendant lesquelles les contacts principaux d'un matériel demeurent fermés, et dont la relation avec les durées sans charge est définie, chacune de ces durées étant trop courte pour permettre au matériel d'atteindre l'équilibre thermique.

Le service intermittent est caractérisé par la valeur du courant, par la durée de passage du courant et par le facteur de marche, qui est le rapport entre la durée du passage du courant et la durée totale, et qui est souvent exprimé par un pourcentage.

Les valeurs normalisées du facteur de marche sont 15%, 25%, 40% et 60%.

Suivant le nombre de cycles de manœuvres qu'ils doivent être capables d'effectuer par heure, les matériels sont répartis entre les diverses classes suivantes:

- classe 1: 1 cycle de manœuvres par heure;
- classe 3: 3 cycles de manœuvres par heure;

Sub-clause 4.3.3), the rated duty (see Sub-clause 4.3.4), the utilization category (see Sub-clause 4.4) and the type of protective enclosure, if appropriate.

In the case of equipment for direct switching of individual motors, the indication of a rated operational current may be replaced or supplemented by an indication of the maximum rated power output, at the rated operational voltage considered, of the motor for which the equipment is intended. The manufacturer shall be prepared to state the relationship assumed between the operational current and the operational power, if any.

4.3.2.4 *Rated uninterrupted current (I_u)*

The rated uninterrupted current of an equipment is a value of current, stated by the manufacturer, which the equipment can carry in uninterrupted duty (see Sub-clause 4.3.4.2).

4.3.3 *Rated frequency*

The supply frequency for which an equipment is designed and to which the other characteristic values correspond.

Note. — The same equipment may be assigned a number or a range of rated frequencies or be rated for both a.c. and d.c.

4.3.4 *Rated duties*

The rated duties considered as normal are:

4.3.4.1 *Eight-hour duty*

A duty in which the main contacts of an equipment remain closed, whilst carrying a steady current long enough for the equipment to reach thermal equilibrium but not for more than eight hours without interruption.

Notes 1. — This is the basic duty on which the conventional thermal currents I_{th} and I_{the} of the equipment are determined.

2. — Interruption means breaking of the current by operation of the equipment.

4.3.4.2 *Uninterrupted duty*

A duty without any off-load period in which the main contacts of an equipment remain closed, whilst carrying a steady current without interruption for periods of more than eight hours (weeks, months, or even years).

Note. — This kind of service is set apart from the eight-hour duty because oxides and dirt can accumulate on the contacts and lead to progressive heating. Uninterrupted duty can be taken account of either by a derating factor, or by special design considerations (e.g. silver contacts).

4.3.4.3 *Intermittent periodic duty or intermittent duty*

A duty with on-load periods, in which the main contacts of an equipment remain closed, having a definite relation to off-load periods, both periods being too short to allow the equipment to reach thermal equilibrium.

Intermittent duty is characterized by the value of the current, the duration of the current flow and by the on-load factor which is the ratio of the in-service period to the entire period, often expressed as a percentage.

Standardized values of on-load factor are 15%, 25%, 40% and 60%.

According to the number of operating cycles which they shall be capable of carrying out per hour, equipments are divided into the following classes:

- class 1: 1 operating cycle per hour;
- class 3: 3 operating cycles per hour;

- classe 12: 12 cycles de manœuvres par heure;
- classe 30: 30 cycles de manœuvres par heure;
- classe 120: 120 cycles de manœuvres par heure;
- classe 300: 300 cycles de manœuvres par heure;
- classe 1 200: 1 200 cycles de manœuvres par heure;
- classe 3 000: 3 000 cycles de manœuvres par heure;
- classe 12 000: 12 000 cycles de manœuvres par heure;
- classe 30 000: 30 000 cycles de manœuvres par heure;
- classe 120 000: 120 000 cycles de manœuvres par heure;
- classe 300 000: 300 000 cycles de manœuvres par heure.

Pour un service intermittent comportant un grand nombre de cycles de manœuvres par heure, le constructeur doit indiquer, soit en utilisant le cycle réel si celui-ci est connu, soit en utilisant des cycles conventionnels qu'il indiquera, les valeurs des courants assignés d'emploi qui doivent être telles que:

$$\int_0^T i^2 dt \leq I_{th}^2 \times T \text{ ou } I_{the}^2 \times T$$

suivant le cas

où T est la durée totale d'un cycle de manœuvres.

Note. — La formule ci-dessus ne tient pas compte de l'énergie d'arc de commutation.

Un appareil de connexion destiné au service intermittent peut être désigné par les caractéristiques du service intermittent.

Exemple: Un service intermittent comportant le passage d'un courant de 100 A pendant 2 min toutes les 5 min peut être défini: 100 A, classe 12, 40%.

4.3.4.4 *Service temporaire*

Service dans lequel les contacts principaux d'un matériel demeurent fermés pendant des durées qui ne sont pas suffisamment longues pour permettre au matériel d'atteindre l'équilibre thermique, les durées de fonctionnement en charge étant séparées par des durées sans charge d'une valeur suffisante pour rétablir l'égalité de la température avec celle du milieu refroidissant.

Les valeurs normalisées du service temporaire sont 3 min, 10 min, 30 min, 60 min et 90 min avec les contacts fermés.

4.3.4.5 *Service périodique (151-04-11)*

Service dans lequel le fonctionnement à charge constante ou variable est périodique.

4.3.5 *Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge*

Ce paragraphe donne les prescriptions générales relatives aux caractéristiques assignées pour des conditions normales de charge et de surcharge.

Note. — Les catégories d'emploi auxquelles se réfère le paragraphe 4.4 peuvent, le cas échéant, contenir des prescriptions concernant le fonctionnement en surcharge.

Les prescriptions détaillées figurent au paragraphe 7.2.4.

4.3.5.1 *Aptitude à supporter les courants de surcharge occasionnés par le démarrage de moteurs*

Un matériel destiné à connecter des moteurs doit pouvoir supporter les contraintes thermiques occasionnées par le démarrage et l'accélération d'un moteur à sa vitesse normale et par les surcharges de fonctionnement.

- class 12: 12 operating cycles per hour;
- class 30: 30 operating cycles per hour;
- class 120: 120 operating cycles per hour;
- class 300: 300 operating cycles per hour;
- class 1 200: 1 200 operating cycles per hour;
- class 3 000: 3 000 operating cycles per hour;
- class 12 000: 12 000 operating cycles per hour;
- class 30 000: 30 000 operating cycles per hour;
- class 120 000: 120 000 operating cycles per hour;
- class 300 000: 300 000 operating cycles per hour.

For intermittent duty with a large number of operating cycles per hour, the manufacturer shall indicate, either in terms of the true cycle if this is known, or in terms of conventional cycles designated by him, the values of the rated operational currents which shall be such that:

$$\int_0^T i^2 dt \leq I_{th}^2 \times T \text{ or } I_{the}^2 \times T$$

whichever is applicable

where T is the total operating cycle time.

Note. — The above formula does not take account of the switching arc energy.

A switching device intended for intermittent duty may be designated by the characteristics of the intermittent duty.

Example: An intermittent duty comprising a current flow of 100 A for 2 min in every 5 min may be stated as: 100 A, class 12, 40%.

4.3.4.4 Temporary duty

Duty in which the main contacts of an equipment remain closed for periods insufficient to allow the equipment to reach thermal equilibrium, the unload periods being separated by off-load periods of sufficient duration to restore equality of temperature with the cooling medium.

Standardized values of temporary duty are 3 min, 10 min, 30 min, 60 min and 90 min with contacts closed.

4.3.4.5 Periodic duty (151-04-11)

A type of duty in which operation, whether at constant or variable load, is regularly repeated.

4.3.5 Normal load and overload characteristics

This sub-clause gives general requirements concerning ratings under normal load and overload conditions.

Note. — Where applicable, the utilization categories referred to in Sub-clause 4.4 may include requirements in respect of performance under overload conditions.

Detailed requirements are given in Sub-clause 7.2.4.

4.3.5.1 Ability to withstand motor switching overload currents

An equipment intended for switching motors shall be capable of withstanding the thermal stresses due to starting and accelerating a motor to normal speed and due to operating overloads.

Les prescriptions détaillées pour satisfaire à ces conditions sont données dans la norme de matériel correspondante.

4.3.5.2 *Pouvoir assigné de fermeture*

Le pouvoir assigné de fermeture d'un matériel est une valeur de courant, fixée par le constructeur, que le matériel peut établir de manière satisfaisante dans des conditions de fermeture spécifiées.

Les conditions de fermeture qui doivent être spécifiées sont:

- la tension appliquée (voir paragraphe 2.5.32);
- les caractéristiques du circuit d'essai.

Le pouvoir assigné de fermeture est exprimé en fonction de la tension assignée d'emploi et du courant assigné d'emploi, conformément à la norme de matériel correspondante.

Note. — La norme de matériel correspondante donne, s'il y a lieu, la relation entre le pouvoir assigné de fermeture et la catégorie d'emploi.

En courant alternatif, le pouvoir assigné de fermeture s'exprime par la valeur efficace de la composante symétrique du courant, supposée constante.

Note. — En courant alternatif, la valeur de crête du courant pendant les premières demi-périodes qui suivent la fermeture des contacts principaux du matériel peut être, suivant le facteur de puissance du circuit et l'instant de l'onde de tension où s'effectue la fermeture, notablement supérieure à la valeur de crête du courant en régime établi qui entre dans la détermination du pouvoir de fermeture.

Il est recommandé qu'un matériel puisse établir un courant ayant une composante alternative égale à celle qui définit son pouvoir assigné de fermeture, quelle que soit la valeur de la composante continue dans les limites résultant des facteurs de puissance indiqués dans la norme de matériel correspondante.

4.3.5.3 *Pouvoir assigné de coupure*

Le pouvoir assigné de coupure d'un matériel est une valeur de courant, fixée par le constructeur, que le matériel peut couper de manière satisfaisante dans des conditions de coupure spécifiées.

Les conditions de coupure qui doivent être spécifiées sont:

- les caractéristiques du circuit d'essai;
- la tension de rétablissement à fréquence industrielle.

Le pouvoir assigné de coupure est exprimé en fonction de la tension assignée d'emploi et du courant assigné d'emploi, conformément à la norme de matériel correspondante.

Un matériel doit être capable de couper n'importe quelle valeur de courant inférieure ou égale à son pouvoir assigné de coupure.

Note. — Un appareil de connexion peut avoir plus d'un pouvoir assigné de coupure, chacun d'eux correspondant à une tension d'emploi et une catégorie d'emploi.

En courant alternatif, le pouvoir assigné de coupure s'exprime par la valeur efficace de la composante symétrique du courant.

Note. — La norme de matériel correspondante donne, s'il y a lieu, la relation entre le pouvoir assigné de coupure et la catégorie d'emploi.

4.3.6 *Caractéristiques de court-circuit*

Ce paragraphe donne des prescriptions générales relatives aux caractéristiques assignées en condition de court-circuit.

4.3.6.1 *Courant assigné de courte durée admissible (I_{cw})*

Le courant assigné de courte durée admissible d'un matériel est la valeur de courant de courte durée admissible, assignée au matériel par le constructeur, que ce matériel peut supporter sans dommage dans les conditions d'essai spécifiées dans la norme de matériel correspondante.

The detailed requirements to meet these conditions are given in the relevant product standard.

4.3.5.2 *Rated making capacity*

The rated making capacity of an equipment is a value of current, stated by the manufacturer, which the equipment can satisfactorily make under specified making conditions.

The making conditions which shall be specified are:

- the applied voltage (see Sub-clause 2.5.32);
- the characteristics of the test circuit.

The rated making capacity is stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current, according to the relevant product standard.

Note. — Where applicable, the relevant product standard states the relationship between rated making capacity and utilization category.

For a.c., the rated making capacity is expressed by the r.m.s. value of the symmetrical component of the current, assumed to be constant.

Note. — For a.c., the peak value of the current during the first half-cycles following the closing of the main contacts of the equipment may be appreciably greater than the peak value of the current under steady state conditions used in the determination of making capacity, depending on the power-factor of the circuit and the instant on the voltage wave when closing occurs.

An equipment should be capable of closing on a current having the a.c. component equal to that which defines its rated making capacity, whatever the value of the inherent d.c. component, within the limits resulting from the power-factors indicated in the relevant product standard.

4.3.5.3 *Rated breaking capacity*

The rated breaking capacity of an equipment is a value of current, stated by the manufacturer, which the equipment can satisfactorily break, under specified breaking conditions.

The breaking conditions which shall be specified are:

- the characteristics of the test circuit;
- the power frequency recovery voltage.

The rated breaking capacity is stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current, according to the relevant product standard.

An equipment shall be capable of breaking any value of current up to and including its rated breaking capacity.

Note. — A switching device may have more than one rated breaking capacity, each corresponding to an operational voltage and a utilization category.

For a.c., the rated breaking capacity is expressed by the r.m.s. value of the symmetrical component of the current.

Note. — Where applicable, the relevant product standard states the relationship between rated breaking capacity and utilization category.

4.3.6 *Short-circuit characteristics*

This sub-clause gives general requirements concerning ratings under short-circuit conditions.

4.3.6.1 *Rated short-time withstand current (I_{cw})*

The rated short-time withstand current of an equipment is the value of short-time withstand current assigned to the equipment by the manufacturer that the equipment can carry without damage, under the test conditions specified in the relevant product standard.

4.3.6.2 *Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (I_{cm})*

Le pouvoir assigné de fermeture en court-circuit d'un matériel est la valeur de pouvoir de fermeture en court-circuit assignée à ce matériel par le constructeur pour la tension assignée d'emploi, à la fréquence assignée et pour un facteur de puissance spécifié en courant alternatif ou une constante de temps spécifiée en courant continu. Il s'exprime par la valeur de crête maximale du courant présumé dans des conditions prescrites.

4.3.6.3 *Pouvoir assigné de coupure en court-circuit (I_{cn})*

Le pouvoir assigné de coupure en court-circuit d'un matériel est la valeur de pouvoir de coupure en court-circuit assignée à ce matériel par le constructeur, pour la tension assignée d'emploi, à la fréquence assignée et pour un facteur de puissance spécifié dans le cas du courant alternatif ou une constante de temps spécifiée dans le cas du courant continu. Il s'exprime par la valeur du courant coupé présumé (valeur efficace de la composante périodique dans le cas du courant alternatif), dans des conditions prescrites.

4.3.6.4 *Courant assigné de court-circuit conditionnel*

Le courant assigné de court-circuit conditionnel d'un matériel est la valeur de courant présumé, fixée par le constructeur, que ce matériel, protégé par un dispositif de protection contre les courts-circuits spécifié par le constructeur, peut supporter de façon satisfaisante pendant la durée de fonctionnement de ce dispositif dans les conditions d'essais spécifiées dans la norme de matériel correspondante.

Le constructeur doit indiquer les caractéristiques du dispositif de protection contre les courts-circuits.

Notes 1. — En courant alternatif, le courant assigné de court-circuit conditionnel s'exprime par la valeur efficace de la composante périodique.

2. — Le dispositif de protection contre les courts-circuits peut soit faire partie intégrante du matériel soit en être séparé.

4.4 *Catégorie d'emploi*

La catégorie d'emploi d'un matériel définit l'application à laquelle il est destiné et doit être spécifiée dans la norme de matériel correspondante; elle est caractérisée par une ou plusieurs des conditions de service suivantes:

- courant(s), exprimé(s) en multiple(s) du courant assigné d'emploi;
- tension(s), exprimée(s) en multiple(s) de la tension assignée d'emploi;
- facteur de puissance ou constante de temps;
- fonctionnement en court-circuit;
- sélectivité;
- autres conditions de service, s'il y a lieu.

Des exemples de catégories d'emploi pour l'appareillage à basse tension figurent à l'annexe A.

4.5 *Circuits de commande*

4.5.1 *Circuits électriques de commande*

Les caractéristiques des circuits électriques de commande sont:

- la nature du courant;
- la fréquence assignée, dans le cas du courant alternatif;

4.3.6.2 Rated short-circuit making capacity (I_{cm})

The rated short-circuit making capacity of an equipment is the value of short-circuit making capacity assigned to that equipment by the manufacturer for the rated operational voltage, at rated frequency, and at a specified power-factor for a.c. or time constant for d.c. It is expressed as the maximum prospective peak current, under prescribed conditions.

4.3.6.3 Rated short-circuit breaking capacity (I_{cn})

The rated short-circuit breaking capacity of an equipment is the value of short-circuit breaking capacity assigned to that equipment by the manufacturer for the rated operational voltage, at rated frequency, and at a specified power-factor for a.c. or time constant for d.c. It is expressed as the value of the prospective breaking current (r.m.s. value of the a.c. component in the case of a.c.), under prescribed conditions.

4.3.6.4 Rated conditional short-circuit current

The rated conditional short-circuit current of an equipment is the value of prospective current, stated by the manufacturer, which the equipment, protected by a short-circuit protective device specified by the manufacturer, can withstand satisfactorily for the operating time of this device under the test conditions specified in the relevant product standard.

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

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 equipment or be a separate unit.

4.4 Utilization category

The utilization category of an equipment defines the intended application and shall be specified in the relevant product standard; it is characterized by one or more of the following service conditions:

- current(s), expressed as multiple(s) of the rated operational current;
- voltage(s), expressed as multiple(s) of the rated operational voltage;
- power-factor or time-constant;
- short-circuit performance;
- selectivity;
- other service conditions, as applicable.

Examples of utilization categories for low-voltage switchgear and controlgear are given in Appendix A.

4.5 Control circuits

4.5.1 Electrical control circuits

The characteristics of electrical control circuits are:

- kind of current;
- rated frequency, if a.c.;

- la tension assignée des circuits de commande U_c (nature, et fréquence dans le cas du courant alternatif);
- la tension assignée d'alimentation de commande U_s (nature, et fréquence dans le cas du courant alternatif), le cas échéant.

Note. — Une distinction a été faite ci-dessus entre la *tension des circuits de commande*, qui est la tension qui apparaîtrait entre les contacts «a» (voir paragraphe 2.3.12) dans le circuit de commande et la *tension d'alimentation de commande*, qui est la tension appliquée aux bornes d'entrée des circuits de commande du matériel et qui peut être différente de la tension des circuits de commande en raison de la présence d'appareils incorporés tels que transformateurs, redresseurs, résistances, etc.

La tension assignée d'alimentation de commande et la fréquence assignée, s'il y a lieu, sont les valeurs sur lesquelles sont basées les caractéristiques de fonctionnement et d'échauffement des circuits de commande. Les conditions de fonctionnement satisfaisantes sont basées sur une valeur de la tension d'alimentation de commande qui n'est pas inférieure à 85% de sa valeur assignée lorsque le courant circulant dans les circuits de commande atteint sa valeur la plus élevée, ni supérieure à 110% de sa valeur assignée.

Note. — Il est recommandé que le constructeur soit en mesure d'indiquer la valeur ou les valeurs du courant absorbé par les circuits de commande sous la tension assignée d'alimentation de commande.

Les valeurs assignées et les caractéristiques des appareils pour circuits de commande doivent satisfaire aux prescriptions de la Norme 947-5 de la CEI (voir note de l'article 1).

4.5.2 *Circuits de commande à air comprimé* (pneumatiques ou électropneumatiques)

Les caractéristiques des circuits de commande à air comprimé sont:

- la pression assignée et ses limites;
- les volumes d'air, à la pression atmosphérique, nécessaires pour chaque manœuvre de fermeture et chaque manœuvre d'ouverture.

La pression assignée d'alimentation d'un matériel pneumatique ou électropneumatique est la pression d'air sous laquelle sont établies les caractéristiques de fonctionnement du dispositif de commande pneumatique.

4.6 *Circuits auxiliaires*

Les caractéristiques des circuits auxiliaires sont le nombre et la nature des contacts (contact «a», contact «b», etc.) de chacun de ces circuits et leurs caractéristiques assignées, suivant la norme 947-5 de la CEI (voir note de l'article 1).

Les caractéristiques des contacts et des interrupteurs auxiliaires doivent être conformes aux prescriptions de la norme ci-dessus.

4.7 *Relais et déclencheurs*

Les caractéristiques suivantes des relais et des déclencheurs doivent être précisées dans la norme de matériel correspondante, le cas échéant:

- type du relais ou du déclencheur;
- valeurs assignées;
- courant de réglage ou domaine du courant de réglage;
- caractéristiques temps/courant (pour la présentation des caractéristiques temps/courant, voir paragraphe 4.8);
- influence de la température ambiante.

4.8 *Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)*

Le constructeur doit préciser le type ou les caractéristiques du DPCC à utiliser avec ou sur le matériel suivant le cas, ainsi que la valeur maximale de crête du courant présumé de

- rated control circuit voltage U_c (nature, and frequency if a.c.);
- rated control supply voltage U_s (nature, and frequency if a.c.), where applicable.

Note. — A distinction has been made above between the *control circuit voltage*, which is the voltage which would appear across the “a” contacts (see Sub-clause 2.3.12) in the control circuit, and the *control supply voltage*, which is the voltage applied to the input terminals of the control circuit of the equipment and may be different from the control circuit voltage, due to the presence of built-in transformers, rectifiers, resistors, etc.

The rated control circuit voltage and rated frequency, if any, are the values on which the operating and temperature-rise characteristics of the control circuit are based. The correct operating conditions are based upon a value of the control supply voltage not less than 85% of its rated value, with the highest value of control circuit current flowing, nor more than 110% of its rated value.

Note. — The manufacturer should be prepared to state the value or values of the current taken by the control circuits at the rated control supply voltage.

The ratings and characteristics of control circuit devices shall comply with the requirements of IEC Standard 947-5 (see note of Clause 1).

4.5.2 *Air-supply control circuits* (pneumatic or electro-pneumatic)

The characteristics of air-supply control circuits are:

- rated pressure and its limits;
- volumes of air, at atmospheric pressure, required for each closing and each opening operation.

The rated supply pressure of a pneumatic or electro-pneumatic equipment is the air pressure on which the operating characteristics of the pneumatic control system are based.

4.6 *Auxiliary circuits*

The characteristics of auxiliary circuits are the number and kind of contacts (a-contact, b-contact, etc.) in each of these circuits and their ratings according to IEC Standard 947-5 (see note of Clause 1).

The characteristics of auxiliary contacts and switches shall comply with the requirements of the above standard.

4.7 *Relays and releases*

The following characteristics of relays and releases shall be stated in the relevant product standard, where applicable:

- type of relay or release;
- rated values;
- current setting or current setting range;
- time/current characteristics (for presentation of time/current characteristics, see Sub-clause 4.8);
- influence of ambient air temperature.

4.8 *Co-ordination with short-circuit protective devices* (SCPD)

The manufacturer shall state the type or the characteristics of the SCPD to be used with or within the equipment, as the case may be, and the maximum prospective short-circuit current

court-circuit auquel le matériel, y compris le DPCC, est adapté, à la (aux) tension(s) d'emploi fixée(s).

Note. — Il est recommandé d'inscrire le courant en abscisse et le temps en ordonnée, en utilisant des échelles logarithmiques. Il est recommandé d'inscrire le courant en multiples de courant de réglage et le temps en secondes sur l'abaque normal précisé dans la Publication 269-1 de la C E I (première édition, paragraphe 5.6.4) et la Publication 269-2 de la C E I (figures 1 à 7).

4.9 Surtensions de manœuvre

Le constructeur doit spécifier la valeur maximale des surtensions de manœuvre occasionnées par la manœuvre de l'appareil de connexion, lorsque celui-ci est essayé conformément au paragraphe 8.3.3.5.4.

Cette valeur ne doit pas dépasser celle de la tension assignée de tenue aux chocs (voir paragraphe 4.3.1.3).

5. Informations sur le matériel

5.1 Nature des informations

Les informations suivantes doivent être données par le constructeur lorsque la norme de matériel correspondante les demande:

Identification:

- nom du constructeur ou marque de fabrique;
- désignation du type ou numéro de série;
- référence de la norme de matériel correspondante si le constructeur déclare y être conforme.

Caractéristiques:

- tensions assignées d'emploi (voir le paragraphe 4.3.1.1 et la note du paragraphe 5.2);
- catégorie d'emploi et courants assignés d'emploi (ou puissances assignées ou courants assignés ininterrompus), aux tensions assignées d'emploi du matériel (voir paragraphes 4.3.1.1, 4.3.2.3, 4.3.2.4 et 4.4). Cette information peut, dans certains cas, avoir à être complétée par la valeur de la température de référence de l'air ambiant à laquelle le matériel a été étalonné;
- la valeur de la (des) fréquence(s) assignée(s), par exemple: ~ 50 Hz, 50 Hz/60 Hz, et/ou l'indication «courant continu» (ou le symbole ---);
- service assigné, avec indication de la classe de service intermittent, s'il y a lieu (voir paragraphe 4.3.4);
- pouvoirs assignés de fermeture et/ou de coupure. Ces indications peuvent être remplacées, le cas échéant, par l'indication de la catégorie d'emploi;
- tension assignée d'isolement (voir paragraphe 4.3.1.2);
- tension assignée de tenue aux chocs (voir paragraphe 4.3.1.3);
- surtension de manœuvre (voir paragraphe 4.9);
- courant assigné de courte durée admissible ainsi que sa durée, s'il y a lieu (voir paragraphe 4.3.6.1);
- pouvoirs assignés de fermeture et/ou de coupure en court-circuit, s'il y a lieu (voir paragraphes 4.3.6.2 et 4.3.6.3);
- courant assigné de court-circuit conditionnel, s'il y a lieu (voir paragraphe 4.3.6.4);

for which the equipment, including the SCPD, is suitable, at the stated operational voltage(s).

Note. — It is recommended that the current be plotted as abscissa and the time as ordinate, using logarithmic scales. It is recommended that the current be plotted as a multiple of the current setting and the time in seconds on the standard graph sheet detailed in IEC Publication 269-1 (First edition, Sub-clause 5.6.4) and IEC Publication 269-2 (Figures 1 to 7).

4.9 Switching overvoltages

The manufacturer shall specify the maximum value of switching overvoltages caused by the operation of the switching device, when tested according to Sub-clause 8.3.3.5.4.

This value shall not exceed that of the rated impulse withstand voltage (see Sub-clause 4.3.1.3).

5. Product information

5.1 Nature of information

The following information shall be given by the manufacturer, when required by the relevant product standard:

Identification:

- manufacturer's name or trademark;
- type designation or serial number;
- number of the relevant product standard, if the manufacturer claims compliance.

Characteristics:

- rated operational voltages (see Sub-clause 4.3.1.1 and note to Sub-clause 5.2);
- utilization category and rated operational currents (or rated powers or rated uninterrupted currents), at the rated operational voltages of the equipment (see Sub-clauses 4.3.1.1, 4.3.2.3, 4.3.2.4 and 4.4). In certain cases, this information may have to be completed by the value of the reference ambient air temperature at which the equipment has been calibrated;
- the value of the rated frequency/frequencies, e.g.: ~ 50 Hz, 50 Hz/60 Hz, and/or the indication "d.c." or the symbol -----;
- rated duty, with the indication of the class of intermittent duty, if any (see Sub-clause 4.3.4);
- rated making and/or breaking capacities. These indications may be replaced, where applicable, by the indication of the utilization category;
- rated insulation voltage (see Sub-clause 4.3.1.2);
- rated impulse withstand voltage (see Sub-clause 4.3.1.3);
- switching overvoltage (see Sub-clause 4.9);
- rated short-time withstand current together with its duration, where applicable (see Sub-clause 4.3.6.1);
- rated short-circuit making and/or breaking capacities, where applicable (see Sub-clauses 4.3.6.2 and 4.3.6.3);
- rated conditional short-circuit current, where applicable (see Sub-clause 4.3.6.4);

- code IP, dans le cas d'un matériel sous enveloppe (voir annexe C);
- degré de pollution (voir paragraphe 6.1.3.2);
- type et caractéristiques maximales assignées du dispositif de protection contre les courts-circuits, le cas échéant;
- classe de protection contre les chocs électriques, le cas échéant (à l'étude);
- tension assignée du circuit de commande, nature et fréquence du courant;
- si elles sont différentes de celles de la bobine de commande, nature du courant, fréquence assignée et tension assignée d'alimentation de commande;
- pression assignée de l'air et limites des variations de pression (pour les matériels à commande pneumatique);
- aptitude au sectionnement.

Note. — Cette liste n'est pas exhaustive.

5.2 Marquage

La norme de matériel correspondante doit préciser les renseignements énumérés au paragraphe 5.1 qui doivent être marqués sur le matériel.

Les marquages doivent être indélébiles et facilement lisibles.

Le marquage du nom du constructeur ou de la marque de fabrique et de la désignation du type ou du numéro de série est obligatoire sur le matériel, de préférence sur la plaque signalétique, s'il y a lieu, de manière à permettre d'obtenir tous les renseignements auprès du constructeur.

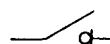
Note. — Aux Etats-Unis et au Canada, la tension assignée d'emploi U_e peut être marquée de la manière suivante:

- a) sur le matériel pour emploi sur des réseaux triphasés 4 conducteurs, par la valeur de la tension entre phase et terre et par celle de la tension entre phases, par exemple 277/480 V;
- b) sur le matériel pour emploi sur des réseaux triphasés 3 conducteurs, par la valeur de la tension entre phases, par exemple 480 V.

Les indications suivantes doivent également être marquées et visibles après le montage:

- sens du mouvement de l'organe de commande (voir paragraphe 7.1.4.2), le cas échéant;
- indication de la position de l'organe de commande (voir aussi les paragraphes 7.1.5.1 et 7.1.5.2);
- marque d'approbation ou de certification, s'il y a lieu;
- symboles, code de couleur ou code littéral pour le matériel miniaturisé;
- identification et marquage des bornes (voir paragraphe 7.1.7.4);
- code IP et classe de protection contre les chocs électriques, s'il y a lieu (marqués de préférence sur le matériel, dans la mesure du possible);
- aptitude au sectionnement, le cas échéant, par le symbole 

Ce symbole peut être complété par le symbole approprié caractérisant la fonction de connexion du matériel, par exemple:

 pour un interrupteur-sectionneur.

Note. — Ces symboles sont conformes à la Publication 617-7 de la C E I.

5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien

Le constructeur doit, s'il y a lieu, spécifier dans ses documents ou catalogues, les instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien du matériel en cours de fonctionnement et après un défaut.

- IP code, in case of enclosed equipment (see Appendix C);
- pollution degree (see Sub-clause 6.1.3.2);
- type and maximum ratings of short-circuit protective device, where applicable;
- class of protection against electric shock (under consideration), where applicable;
- rated control circuit voltage, kind of current and frequency;
- rated control supply voltage, kind of current and frequency, if different from those of the control coil;
- rated supply pressure of the air-pressure and limits of pressure variations (for air-pressure controlled equipment);
- suitability for isolation.

Note. — This list is not exhaustive.

5.2 Marking

All relevant information, as detailed in Sub-clause 5.1, which is to be marked on the equipment, shall be specified in the relevant product standard.

Markings shall be indelible and easily legible.

Marking of the manufacturer's name or trademark and type designation or serial number is mandatory on the equipment and preferably on the nameplate, if any, in order to permit the complete data to be obtained from the manufacturer.

Note. — In the USA and Canada, the rated operational voltage U_e may be marked as follows:

- a) on equipment for use on three-phase — four-wire systems, by both the value of phase-to-earth voltage and that of phase-to-phase voltage, e.g. 277/480 V;
- b) on equipment for use on three-phase — three-wire systems, by the value of phase-to-phase voltage, e.g. 480 V.

The following information shall also be marked and visible after mounting:

- direction of movement of the actuator (see Sub-clause 7.1.4.2), if applicable;
- indication of the position of the actuator (see also Sub-clauses 7.1.5.1 and 7.1.5.2);
- approval or certification mark, if applicable;
- for miniaturized equipment, symbol, colour code or letter code;
- terminal identification and marking (see Sub-clause 7.1.7.4);
- IP code and class of protection against electric shock, when applicable (marked preferably on the equipment as far as possible);
- suitability for isolation, where applicable, with the symbol 

This symbol may be completed with the appropriate qualifying symbol of the switching function of the equipment:

e.g.  for a switch disconnector.

Note. — These symbols are in accordance with IEC Publication 617-7.

5.3 Instructions for installation, operation and maintenance

The manufacturer shall specify in his documents or catalogues the conditions, if any, for installation, operation and maintenance of the equipment during operation and after a fault.

Si nécessaire, les instructions pour le transport, l'installation et le fonctionnement du matériel doivent préciser les mesures ayant une importance particulière pour l'installation convenable du matériel, sa réception et son fonctionnement.

Les documents ci-dessus doivent indiquer l'étendue et la fréquence recommandées pour l'entretien, s'il y a lieu.

Note. — Tous les matériels visés par la présente norme ne sont pas nécessairement conçus pour être entretenus.

6. Conditions normales de service, de montage et de transport

6.1 Conditions normales de service

Les matériels conformes à la présente norme doivent pouvoir fonctionner dans les conditions normales suivantes :

Note. — Pour les conditions de service qui ne sont pas normales, voir annexe B. Ces conditions peuvent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6.1.1 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant n'excède pas $+40^{\circ}\text{C}$ et sa moyenne, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas $+35^{\circ}\text{C}$.

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

La température de l'air ambiant est celle qui existe au voisinage du matériel s'il est fourni sans enveloppe, ou au voisinage de l'enveloppe s'il est fourni avec une enveloppe.

Notes 1. — Les matériels prévus pour fonctionner dans des endroits où la température de l'air ambiant dépasse $+40^{\circ}\text{C}$ (par exemple dans des forges, des chaufferies, des pays tropicaux) ou est inférieure à -5°C (par exemple -25°C comme le prescrit la Publication 439-1 de la C E I pour les ensembles d'appareillage à basse tension installés à l'extérieur) doivent normalement être construits ou utilisés conformément à la norme de matériel correspondante, s'il y a lieu, ou à un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Les renseignements donnés dans le catalogue du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

2. — La température normale de référence pour certains types de matériels, tels que disjoncteurs ou relais de surcharge pour démarreurs, est indiquée dans la norme de matériel correspondante.

6.1.2 Altitude

L'altitude du lieu où le matériel doit être installé n'excède pas 2 000 m.

Note. — Pour les matériels destinés à être utilisés à des altitudes supérieures, il est nécessaire de tenir compte de la diminution de la rigidité diélectrique et du pouvoir réfrigérant de l'air. Le matériel électrique prévu pour fonctionner dans ces conditions doit être construit ou utilisé conformément à un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6.1.3 Conditions atmosphériques

6.1.3.1 Humidité

Le degré d'humidité relative de l'air ne dépasse pas 50% à la température maximale de $+40^{\circ}\text{C}$. Des degrés d'humidité relative plus élevés peuvent être admis à des températures plus basses, par exemple 90% à $+20^{\circ}\text{C}$. Des précautions spéciales peuvent être nécessaires en cas de condensation occasionnelle provoquée par des variations de température.

Note. — Les degrés de pollution définis au paragraphe 6.1.3.2 définissent les conditions d'environnement de manière plus précise.

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

These documents shall indicate the recommended extent and frequency of maintenance, if any.

Note. — All equipment covered by this standard is not necessarily designed to be maintained.

6. Normal service, mounting and transport conditions

6.1 Normal service conditions

Equipment complying with this standard shall be capable of operating under the following standard conditions:

Note. — For non-standard conditions in service, see Appendix B. These may require agreement between manufacturer and user.

6.1.1 Ambient air temperature

The ambient air temperature does not exceed $+40^{\circ}\text{C}$ and its average over a period of 24 h does not exceed $+35^{\circ}\text{C}$.

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

Ambient air temperature is that existing in the vicinity of the equipment if supplied without enclosure, or in the vicinity of the enclosure if supplied with an enclosure.

Notes 1. — Equipment intended to be used in ambient air temperature above $+40^{\circ}\text{C}$ (e.g. in forges, boiler rooms, tropical countries) or below -5°C (e.g. -25°C , as required by IEC Publication 439-1 for outdoor installed low-voltage switchgear and controlgear assemblies) should be designed or used according to the relevant product standard, where applicable, or according to agreement between manufacturer and user. Information given in the manufacturer's catalogue may take the place of such an agreement.

2. — Standard reference air temperature for certain types of equipment, e.g., circuit-breakers or overload relays for starters, is indicated in the relevant product standard.

6.1.2 Altitude

The altitude of the site of installation does not exceed 2 000 m.

Note. — For equipment to be used at higher altitudes, it is necessary to take into account the reduction of the dielectric strength and the cooling effect of the air. Electrical equipment intended to operate in these conditions shall be designed or used in accordance with an agreement between manufacturer and user.

6.1.3 Atmospheric conditions

6.1.3.1 Humidity

The relative humidity of the air does not exceed 50% at a maximum temperature of $+40^{\circ}\text{C}$. Higher relative humidities may be permitted at lower temperatures, e.g. 90% at $+20^{\circ}\text{C}$. Special measures may be necessary in cases of occasional condensation due to variations in temperature.

Note. — Pollution degrees, as stated in Sub-clause 6.1.3.2, define the environmental conditions more precisely.

6.1.3.2 Degré de pollution

Le degré de pollution (voir paragraphe 2.5.58) se rapporte aux conditions d'environnement pour lesquelles est prévu le matériel.

Note. — C'est le micro-environnement de la ligne de fuite ou de la distance d'isolement et non l'environnement du matériel qui agit sur l'isolement. Le micro-environnement peut être meilleur ou pire que l'environnement du matériel. Il comprend tous les facteurs qui influencent l'isolation, tels que conditions climatiques et électromagnétiques, création de pollution, etc.

Pour le matériel destiné à être utilisé dans une enveloppe ou muni d'une enveloppe intégrée, le degré de pollution 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 XIII et XV 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 et élevée, 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 de la norme de matériel correspondante, les matériels pour les applications industrielles sont, en général, destinés à être utilisés dans un environnement de degré de pollution 3. Toutefois, les autres degrés de pollution peuvent s'appliquer en fonction du micro-environnement ou d'emplois particuliers.

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

Degré de pollution normal pour les applications domestiques et similaires:

Sauf prescription contraire de la norme de matériel correspondante, les matériels pour applications domestiques et similaires sont, en général, destinés à être utilisés dans un environnement de degré de pollution 2.

6.1.4 Chocs et vibrations

Les conditions normales de chocs et de vibrations auxquels le matériel peut être soumis sont à l'étude.

6.2 Conditions pendant le transport et le stockage

Un accord spécial doit être conclu entre l'utilisateur et le constructeur si les conditions pendant le transport et le stockage, par exemple température et humidité, diffèrent de celles qui sont définies au paragraphe 6.1. Toutefois, sauf spécification contraire, la gamme des températures suivantes s'applique pendant le transport et le stockage: entre -25°C et $+55^{\circ}\text{C}$ et, pour de courtes périodes n'excédant pas 24 h, jusqu'à $+70^{\circ}\text{C}$.

6.1.3.2 Pollution degree

The pollution degree (see Sub-clause 2.5.58) refers to the environmental conditions for which the equipment is intended.

Note. — The micro-environment of the creepage distance or clearance and not the environment of the equipment determines the effect on the insulation. The micro-environment might be better or worse than the environment of the equipment. It includes all factors influencing the insulation, such as climatic and electromagnetic conditions, generation of pollution, etc.

For equipment intended for use within an enclosure or provided with an integral enclosure, the pollution degree of the environment in the enclosure is applicable.

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

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 by the relevant product standard, equipment for industrial applications is generally for use in pollution degree 3 environment. However, other pollution degrees may be considered to apply depending upon particular applications or the micro-environment.

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

Standard pollution degree of household and similar applications:

Unless otherwise stated by the relevant product standard, equipment for household and similar applications is generally for use in pollution degree 2 environment.

6.1.4 Shock and vibrations

Standard conditions of shock and vibration to which the equipment can be submitted are under consideration.

6.2 Conditions during transport and storage

A special agreement shall be made between user and manufacturer if the conditions during transport and storage, e.g. temperature and humidity, differ from those defined in Sub-clause 6.1, except that, unless otherwise specified, the following temperature range applies during transport and storage: between -25 °C and $+55\text{ °C}$ and, for short periods not exceeding 24 hours, up to $+70\text{ °C}$.

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

6.3 Montage

Le matériel doit être monté suivant les indications du constructeur.

7. Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

7.1 Dispositions constructives

7.1.1 Matériaux

Les matériaux doivent convenir pour l'emploi particulier et permettre au matériel de satisfaire aux prescriptions d'essais correspondantes.

L'attention doit être spécialement appelée sur les qualités de résistance à la flamme et à l'humidité et sur la nécessité de protéger certains isolants contre l'humidité.

Note. — Les prescriptions sont à l'étude.

7.1.1.1 Matériaux isolants

A l'étude.

7.1.2 Parties transportant le courant et leurs connexions

Les parties transportant le courant doivent avoir la résistance mécanique et le courant de régime nécessaires à l'usage auquel elles sont destinées.

Pour les connexions électriques, aucune pression des contacts ne doit être transmise par des matériaux isolants autres que la matière céramique ou autres matériaux présentant des caractéristiques au moins équivalentes, à moins que les parties métalliques ne possèdent une élasticité suffisante pour compenser tout rétrécissement ou fléchissement éventuel du matériau isolant.

7.1.3 Distances d'isolement et lignes de fuite

Pour le matériel essayé conformément au paragraphe 8.3.3.4 de la présente norme, les valeurs minimales sont données aux tableaux XIII et XV.

Les prescriptions électriques sont données au paragraphe 7.2.3.

Dans les autres cas, la norme de matériel correspondante donne des indications pour évaluer les valeurs minimales.

7.1.4 Organe de commande

7.1.4.1 Isolement

L'organe de commande du matériel doit être isolé des parties actives pour la tension assignée d'isolement et, s'il y a lieu, la tension assignée de tenue aux chocs.

De plus:

- s'il est en métal, il doit pouvoir être raccordé de façon sûre à un conducteur de protection sauf s'il est pourvu d'une isolation supplémentaire satisfaisante;
- s'il est en matériau isolant ou recouvert d'un tel matériau, toutes ses parties métalliques internes, qui pourraient devenir accessibles en cas de défaut de l'isolation, doivent aussi être isolées des parties actives pour la tension assignée d'isolement.

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

6.3 *Mounting*

The equipment shall be mounted in accordance with the manufacturer's instructions.

7. **Constructional and performance requirements**

7.1 *Constructional requirements*

7.1.1 *Materials*

Materials shall be suitable for the particular application and shall enable the equipment to comply with the relevant test requirements.

Special attention shall be called to flame and humidity resisting qualities, and to the necessity to protect certain insulating materials against humidity.

Note. — Requirements are under consideration.

7.1.1.1 *Insulating materials*

Under consideration.

7.1.2 *Current-carrying parts and their connections*

Current-carrying parts shall have the necessary mechanical strength and current-carrying capacity for their intended use.

For electrical connections, no contact pressure shall be transmitted through insulating material other than ceramic or other material with characteristics not less suitable, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or yielding of the insulation material.

7.1.3 *Clearances and creepage distances*

For equipment tested according to Sub-clause 8.3.3.4 of this standard, minimum values are given in Tables XIII and XV.

Electrical requirements are given in Sub-clause 7.2.3.

In the other cases, guidance for minimum values is given in the relevant product standard.

7.1.4 *Actuator*

7.1.4.1 *Insulation*

The actuator of the equipment shall be insulated from the live parts for the rated insulation voltage and, if applicable, the rated impulse withstand voltage.

Moreover:

- if it is made of metal, it shall be capable of being satisfactorily connected to a protective conductor unless it is provided with additional reliable insulation;
- if it is made of or covered by insulating material, any internal metal part, which might become accessible in the event of insulation failure, shall also be insulated from live parts for the rated insulation voltage.

7.1.4.2 *Sens du mouvement*

Le sens du mouvement de l'organe de commande doit être conforme aux prescriptions de la Publication 447 de la C E I.

7.1.5 *Indication de la position des contacts*

7.1.5.1 *Dispositifs indicateurs*

Lorsqu'un matériel est muni de dispositifs indiquant la position de fermeture et la position d'ouverture, ces positions doivent être distinctes et nettement repérées.

Note. — Dans le cas d'un matériel sous enveloppe, cette indication peut être visible ou non de l'extérieur.

Cette indication est donnée par un indicateur de position (voir paragraphe 2.3.18).

La norme de matériel correspondante peut préciser si le matériel est muni de cet indicateur.

Si l'on utilise des symboles, ceux-ci doivent être employés pour indiquer respectivement la position de fermeture et celle d'ouverture, conformément à la Publication 417 de la C E I:

417-I E C-5007		Marche (mise sous tension)
417-I E C-5008		Arrêt (mise hors tension)

Pour les matériels manœuvrés à l'aide de deux boutons-poussoirs, seul le bouton-poussoir destiné à la manœuvre d'ouverture doit être rouge, ou marqué du symbole «O».

La couleur rouge ne doit être utilisée pour aucun autre bouton-poussoir.

Les couleurs des autres boutons-poussoirs, des boutons-poussoirs lumineux et des voyants lumineux doivent être conformes à la Publication 73 de la C E I.

7.1.5.2 *Indication par l'organe de commande*

Lorsque l'organe de commande est utilisé pour indiquer la position des contacts, il doit automatiquement, lorsqu'il est relâché, se mettre ou rester à la position correspondant à celle des contacts mobiles; dans ce cas, l'organe de commande doit avoir deux positions de repos distinctes correspondant à celles des contacts mobiles, mais une troisième position distincte de l'organe de commande peut être prévue, en cas d'ouverture automatique.

7.1.6 *Prescriptions supplémentaires de sécurité pour les matériels aptes au sectionnement*

Les matériels aptes au sectionnement doivent assurer en position d'ouverture (voir paragraphe 2.4.21) une distance de sectionnement conforme aux prescriptions nécessaires pour accomplir la fonction de sectionnement et doivent être munis d'un dispositif indicateur donnant la position du (des) contact(s) mobile(s). Cet indicateur de position doit être relié de façon sûre au(x) contact(s) mobile(s); l'organe de commande peut constituer un tel indicateur, pourvu qu'il ne puisse, en étant déclenché, indiquer la position d'ouverture que si tous les contacts mobiles se trouvent dans la position d'ouverture.

Un tel indicateur n'est pas obligatoire si la séparation des contacts est visible de l'extérieur lorsque le matériel est installé comme en service normal, les panneaux étant en place, le cas échéant.

Pour les tensions assignées supérieures à 50 V, la fiabilité de l'indicateur doit être vérifiée conformément aux essais spécifiés dans la norme de matériel correspondante.

7.1.4.2 *Direction of movement*

The direction of movement of the actuator shall comply with the requirements of I E C Publication 447.

7.1.5 *Indication of the contact position*

7.1.5.1 *Indicating means*

When an equipment is provided with means for indicating the closed and open positions, these positions shall be unambiguous and clearly indicated.

Note. — In the case of enclosed equipment, the indication may or may not be visible from the outside.

This is done by means of a position indicating device (see Sub-clause 2.3.18).

The relevant product standard may specify whether the equipment is to be provided with such an indicating device.

If symbols are used, they shall indicate the closed and open positions respectively, in accordance with I E C Publication 417:

417-I E C-5007		On (power)
417-I E C-5008		Off (power)

For equipment operated by means of two push-buttons, only the push-button designated for the opening operation shall be red or marked with the symbol “O”.

Red colour shall not be used for any other push-button.

The colours of other push-buttons, illuminated push-buttons and indicator lights shall be in accordance with I E C Publication 73.

7.1.5.2 *Indication by the actuator*

When the actuator is used to indicate the position of the contacts, it shall automatically take up or stay, when released, in the position corresponding to that of the moving contacts; in this case, the actuator shall have two distinct rest positions corresponding to those of the moving contacts, but for automatic opening, a third distinct position of the actuator may be provided.

7.1.6 *Additional safety requirements for equipment suitable for isolation*

Equipment suitable for isolation shall provide in the open position (see Sub-clause 2.4.21) an isolating distance in accordance with the requirements necessary to satisfy the isolating function and shall be fitted with an indicating device indicating the position of the moving contact(s). This position indicator shall be connected to the moving contact(s) in a reliable way; the handle may form such an indicator, provided it cannot indicate the open position, when released, unless all the moving contacts are in the open position.

Such an indicator is not required if the contact separation is externally visible when the equipment is installed as in service, with the covers, if any, in place.

For rated voltages above 50 V, the reliability of the indicator shall be checked in accordance with the tests specified in the relevant product standard.

7.1.7 Bornes

7.1.7.1 Dispositions constructives

Toutes les pièces de la borne qui maintiennent le contact et le passage du courant doivent être en métal de résistance mécanique adéquate.

Les raccordements par bornes doivent être exécutés de telle sorte que les conducteurs puissent être raccordés à l'aide de vis, de ressorts ou d'autres moyens équivalents, permettant d'assurer en permanence la pression de contact nécessaire.

Les bornes doivent être réalisées de façon telle que les conducteurs puissent être fixés entre des surfaces adéquates sans dommage appréciable aux conducteurs ou aux bornes.

Les bornes ne doivent pas permettre aux conducteurs de se déplacer, ni pouvoir être elles-mêmes déplacées de façon nuisible au fonctionnement du matériel et la tension d'isolement ne doit pas tomber en dessous des valeurs assignées.

Des exemples de bornes sont donnés à l'annexe D.

Les prescriptions de ce paragraphe doivent être vérifiées par les essais des paragraphes 8.2.4.2, 8.2.4.3 et 8.2.4.4, suivant le cas.

Note. — Les pays d'Amérique du Nord ont des prescriptions particulières pour les bornes convenant au raccordement de conducteurs en aluminium et leur marquage afin de repérer l'emploi de conducteurs en aluminium.

7.1.7.2 Capacité de raccordement

Le constructeur doit préciser le type (rigide — à âme massive ou câblée — ou souple), les sections minimales et maximales des conducteurs convenant à la borne, et, le cas échéant, le nombre de conducteurs raccordables simultanément à la borne. Toutefois, la section maximale ne doit pas être inférieure à celle qui est fixée au paragraphe 8.3.3.3 pour l'essai d'échauffement et la borne doit être adaptée à un conducteur du même type (rigide — à âme massive ou câblée — ou souple) inférieur d'au moins 2 tailles comme indiqué dans la colonne appropriée du tableau I.

Notes 1. — Les différentes normes de matériel peuvent prescrire des sections de conducteurs plus petites que les sections minimales.

2. — En raison des chutes de tension et d'autres considérations, les normes de matériel peuvent prescrire que les bornes conviennent à des conducteurs de section plus grande que celle qui est spécifiée pour l'essai d'échauffement. Les normes de matériel peuvent donner la relation entre les sections de conducteurs et les courants assignés.

Les valeurs normales des sections des conducteurs ronds en cuivre (exprimées à la fois en unités du système métrique et en taille AWG/MCM) sont indiquées au tableau I qui donne aussi la correspondance approximative entre les dimensions des conducteurs exprimées suivant le système métrique de l'ISO et celles exprimées suivant le système AWG/MCM.

7.1.7 Terminals

7.1.7.1 Constructional requirements

All parts of terminals which maintain contact and carry current shall be of metal having adequate mechanical strength.

Terminal connections shall be such that the conductors may be connected by means of screws, springs or other equivalent means so as to ensure that the necessary contact pressure is maintained.

Terminals shall be so constructed that the conductors can be clamped between suitable surfaces without any significant damage either to conductors or terminals.

Terminals shall not allow the conductors to be displaced or be displaced themselves in a manner detrimental to the operation of equipment and the insulation voltage shall not be reduced below the rated values.

Examples of terminals are given in Appendix D.

The requirements of this sub-clause shall be verified by the tests of Sub-clauses 8.2.4.2, 8.2.4.3 and 8.2.4.4, as applicable.

Note. — North American countries have particular requirements for terminals suitable for aluminium conductors and marking to identify the use of aluminium conductors.

7.1.7.2 Connecting capacity

The manufacturer shall state the type (rigid — solid or stranded — or flexible), the minimum and the maximum cross-sections of conductors for which the terminal is suitable and, if applicable, the number of conductors simultaneously connectable to the terminal. However, the maximum cross-section shall not be smaller than that stated in Sub-clause 8.3.3.3 for the temperature-rise test and the terminal shall be suitable for conductors of the same type (rigid — solid or stranded — or flexible) at least 2 sizes smaller, as given in the appropriate column of Table I.

Notes 1. — Conductor cross-sections smaller than the minimum may be required in different product standards.

2. — Because of voltage drop and other considerations, the product standards may require the terminals to be suitable for conductors of cross-sections larger than those specified for the temperature-rise test. The relationship between conductor cross-sections and rated currents may be given in the relevant product standards.

Standard values of cross-section of round copper conductors (both metric and AWG/MCM sizes) are shown in Table I which also gives the approximate relationship between ISO metric and AWG/MCM sizes.

TABLEAU I

Sections normales des conducteurs ronds en cuivre

Section (mm ²)	AWG/MCM	
	Taille	Section équivalente (mm ²)
0,2	24	0,205
—	22	0,324
0,5	20	0,519
0,75	18	0,82
1	—	—
1,5	16	1,3
2,5	14	2,1
4	12	3,3
6	10	5,3
10	8	8,4
16	6	13,3
25	4	21,2
35	2	33,6
50	0	53,5
70	00	67,4
95	000	85
—	0000	107,2
120	250 MCM	127
150	300 MCM	152
185	350 MCM	177
240	500 MCM	253
300	600 MCM	304

Note. — Le tiret, quand il existe, est compté comme une section par référence à la capacité de raccordement (voir paragraphe 7.1.7.2).

7.1.7.3 *Raccordement*

Les bornes pour le raccordement des conducteurs extérieurs doivent être aisément accessibles au cours de l'installation.

Les vis et écrous de serrage ne doivent pas être utilisés pour la fixation de tout autre élément, bien qu'ils puissent maintenir les bornes à leur place ou les empêcher de tourner.

7.1.7.4 *Identification et marquage des bornes*

Les bornes doivent être identifiées de façon claire et permanente, conformément à la Publication 445 de la C E I, et à la norme de matériel correspondante, si celle-ci le demande.

Les bornes destinées exclusivement au raccordement du conducteur neutre doivent être repérées par la lettre «N», conformément à la Publication 445 de la C E I.

La borne de terre de protection doit être repérée conformément au paragraphe 7.1.9.3.

7.1.8 *Prescriptions supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre*

Lorsqu'un matériel est doté d'un pôle destiné exclusivement au raccordement du neutre, ce pôle doit être clairement repéré à cet effet par la lettre N (voir paragraphe 7.1.7.4).

Un pôle neutre interrompu ne doit pas couper le courant avant les autres pôles et ne doit pas établir le courant après les autres pôles.

Note. — Le pôle neutre peut être muni d'un déclencheur à maximum de courant.

Pour un matériel dont la valeur du courant thermique conventionnel ne dépasse pas 63 A, cette valeur doit être la même pour tous les pôles.

TABLE I

Standard cross-sections of round copper conductors

ISO cross-section (mm ²)	AWG/MCM	
	Size	Equivalent cross-section (mm ²)
0.2	24	0.205
—	22	0.324
0.5	20	0.519
0.75	18	0.82
1	—	—
1.5	16	1.3
2.5	14	2.1
4	12	3.3
6	10	5.3
10	8	8.4
16	6	13.3
25	4	21.2
35	2	33.6
50	0	53.5
70	00	67.4
95	000	85
—	0000	107.2
120	250 MCM	127
150	300 MCM	152
185	350 MCM	177
240	500 MCM	253
300	600 MCM	304

Note. — The dash, when it appears, counts as a size when considering connecting capacity (see Sub-clause 7.1.7.2).

7.1.7.3 Connection

Terminals for connection to external conductors shall be readily accessible during installation.

Clamping screws and nuts shall not serve to fix any other component although they may hold the terminals in place or prevent them from turning.

7.1.7.4 Terminal identification and marking

Terminals shall be clearly and permanently identified in accordance with I E C Publication 445, and, if so required, with the relevant product standard.

Terminals intended exclusively for the neutral conductor shall be identified by the letter “N”, in accordance with I E C Publication 445.

The protective earth terminal shall be identified in accordance with Sub-clause 7.1.9.3.

7.1.8 Additional requirements for equipment provided with a neutral pole

When an equipment is provided with a pole intended only for connecting the neutral, this pole shall be clearly identified to that effect by the letter N (see Sub-clause 7.1.7.4).

A switched neutral pole shall break not before and shall make not after the other poles.

Note. — The neutral pole may be fitted with an over-current release.

For equipment having a value of conventional thermal current not exceeding 63 A, the value shall be identical for all poles.

Pour des valeurs supérieures du courant thermique conventionnel, le pôle neutre peut avoir une valeur de courant thermique conventionnel différente de celle des autres pôles, mais au moins égale à la plus grande des 2 valeurs suivantes: la moitié de cette valeur ou 63 A.

7.1.9 Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection

7.1.9.1 Dispositions constructives

Les masses (par exemple: châssis, bâti et parties fixes des enveloppes métalliques) autres que celles qui ne peuvent pas constituer un danger doivent être électriquement réunies entre elles et reliées à une borne de terre de protection pour le raccordement à une prise de terre ou à un conducteur de protection extérieur.

Cette prescription peut être satisfaite par les parties normales de construction qui offrent une continuité électrique convenable et s'applique au matériel utilisé seul ou incorporé dans un ensemble.

Note. — Si nécessaire, des prescriptions et des essais peuvent être spécifiés dans la norme de matériel correspondante.

Les masses sont considérées comme ne constituant pas un danger si elles ne peuvent être touchées sur de grandes surfaces ou saisies à la main ou si elles sont de petite taille (environ 50 mm × 50 mm) ou disposées de telle sorte qu'elles excluent tout contact avec des parties actives.

Des exemples de telles masses sont les vis, rivets, plaques signalétiques, noyaux de transformateurs, électro-aimants d'appareils de connexion et certaines pièces de déclencheurs quelle que soit leur taille.

7.1.9.2 Borne de terre de protection

La borne de terre de protection doit être aisément accessible et disposée de telle manière que la liaison du matériel à la prise de terre ou au conducteur de protection subsiste lorsque le couvercle ou toute autre partie amovible est enlevé.

La borne de terre de protection doit être convenablement protégée contre la corrosion.

Dans le cas de matériels ayant des structures conductrices, enveloppes, etc., des dispositions doivent être prises pour assurer la continuité électrique entre les masses de ce matériel et les gaines métalliques des conducteurs de raccordement.

La borne de terre de protection ne doit pas avoir d'autre fonction, sauf quand elle est destinée à être raccordée à un conducteur PEN (voir paragraphe 2.1.15 — *Note*). Dans ce cas, elle doit avoir également la fonction d'une borne de neutre et satisfaire en outre aux prescriptions applicables à la borne de terre de protection.

7.1.9.3 Marquage et identification de la borne de terre de protection

La borne de terre de protection doit être identifiée de façon claire et permanente par son marquage.

L'identification doit être réalisée par la couleur (vert-jaune) ou par la notation PE ou PEN, suivant le cas, conformément à la Publication 445 de la C E I, paragraphe 5.3, ou, dans le cas du PEN, par un symbole graphique sur le matériel.

Le symbole graphique à utiliser est le symbole:

417 I E C-5019  Terre de protection

conforme à la Publication 417 de la C E I.

Note. — Le symbole  (417 I E C-5017) recommandé précédemment doit être progressivement remplacé par le symbole préférentiel 417 I E C-5019 donné ci-dessus.

For higher conventional thermal current values, the neutral pole may have a value of conventional thermal current different from that of the other poles, but not less than half that value or 63 A, whichever is the higher.

7.1.9 Provisions for protective earthing

7.1.9.1 Constructional requirements

The exposed conductive parts (e.g. chassis, framework and fixed parts of metal enclosures) other than those which cannot constitute a danger shall be electrically interconnected and connected to a protective earth terminal for connection to an earth electrode or to an external protective conductor.

This requirement can be met by the normal structural parts providing adequate electrical continuity and applies whether the equipment is used on its own or incorporated in an assembly.

Note. — If needed, requirements and tests may be specified in the relevant product standard.

Exposed conductive parts are considered not to constitute a danger if they cannot be touched on large areas or grasped with the hand or if they are of small size (approximately 50 mm × 50 mm) or are so located as to exclude any contact with live parts.

Examples of these are screws, rivets, nameplates, transformer cores, electromagnets of switching devices and certain parts of releases, irrespective of their size.

7.1.9.2 Protective earth terminal

The protective earth terminal shall be readily accessible and so placed that the connection of the equipment to the earth electrode or to the protective conductor is maintained when the cover or any other removable part is removed.

The protective earth terminal shall be suitably protected against corrosion.

In the case of equipment with conductive structures, enclosures, etc., means shall be provided if necessary to ensure electrical continuity between the exposed conductive parts of the equipment and the metal sheathing of connecting conductors.

The protective earth terminal shall have no other function, except when it is intended to be connected to a PEN conductor (see Sub-clause 2.1.15 — *Note*). In this case, it shall also have the function of a neutral terminal in addition to meeting the requirements applicable to the protective earth terminal.

7.1.9.3 Protective earth terminal marking and identification

The protective earth terminal shall be clearly and permanently identified by its marking.

The identification shall be achieved by colour (green-yellow mark) or by the notation PE, or PEN as applicable, in accordance with IEC Publication 445, Sub-clause 5.3, or, in the case of PEN, by a graphical symbol for use on equipment.

The graphical symbol to be used is the symbol:

417 IEC-5019  Protective earth (ground)

in accordance with IEC Publication 417.

Note. — The symbol  (417 IEC-5017) previously recommended shall be progressively superseded by the preferred symbol 417 IEC-5019 given above.

7.1.10 *Enveloppes pour le matériel*

Les prescriptions ci-après ne s'appliquent qu'aux enveloppes fournies avec le matériel ou destinées à être utilisées avec celui-ci.

7.1.10.1 *Conception*

L'enveloppe doit être conçue de telle sorte que, lorsqu'elle est ouverte et que les autres dispositifs de protection, s'il y a lieu, sont retirés, toutes les parties auxquelles on doit pouvoir accéder pour l'installation ou l'entretien, selon les prescriptions du constructeur, soient facilement accessibles.

Un espace suffisant doit être ménagé à l'intérieur de l'enveloppe pour le passage des conducteurs venant de l'extérieur, depuis leur entrée dans l'enveloppe jusqu'aux bornes, pour assurer un raccordement convenable.

Les parties fixes d'une enveloppe métallique doivent être reliées électriquement aux autres masses du matériel et raccordées à une borne permettant leur raccordement à la terre ou à un conducteur de protection.

En aucun cas, une partie métallique amovible de l'enveloppe ne doit, lorsqu'elle est en place, se trouver isolée de la partie où est fixée la borne de terre.

Les parties amovibles de l'enveloppe doivent être solidement assujetties aux parties fixes par un dispositif tel qu'elles ne puissent se desserrer ni se détacher fortuitement en raison du fonctionnement du matériel ou sous l'effet de ses vibrations.

Quand une enveloppe est conçue de façon à permettre l'ouverture de couvercles sans l'aide d'outils, des mesures doivent être prises pour éviter la perte des dispositifs de fixation.

Une enveloppe intégrée est considérée comme une partie non amovible.

Si l'enveloppe est utilisée pour le montage de boutons-poussoirs, ceux-ci ne doivent pas pouvoir être retirés de l'extérieur de l'enveloppe.

7.1.10.2 *Isolement*

Si, afin d'empêcher tout contact entre une enveloppe métallique et les parties actives, l'enveloppe est complètement ou partiellement revêtue d'un matériau isolant, ce revêtement doit adhérer de façon sûre à l'enveloppe.

7.1.11 *Degrés de protection du matériel sous enveloppe*

Les degrés de protection du matériel sous enveloppe et les essais correspondants figurent à l'annexe C.

7.2 *Dispositions relatives au fonctionnement*

Les dispositions suivantes s'appliquent à un matériel propre et neuf, sauf spécification contraire de la norme de matériel correspondante.

7.2.1 *Conditions de fonctionnement*

7.2.1.1 *Généralités*

Le matériel doit être manœuvré selon les instructions du constructeur ou celles de la norme de matériel correspondante, en particulier pour le matériel à manœuvre dépendante manuelle pour lequel les pouvoirs de fermeture et de coupure peuvent dépendre de l'habileté de l'opérateur.

7.2.1.2 *Limites de fonctionnement des matériels à manœuvre à source d'énergie extérieure*

Sauf indication contraire de la norme de matériel correspondante, la fermeture des matériels électromagnétiques et électropneumatiques doit être assurée pour toute tension

7.1.10 *Enclosures for equipment*

The following requirements are only applicable to enclosures supplied or intended to be used with the equipment.

7.1.10.1 *Design*

The enclosure shall be so designed that, when it is opened and other protective means, if any, are removed, all parts requiring access for installation and maintenance, as prescribed by the manufacturer, are readily accessible.

Sufficient space shall be provided inside the enclosure for the accommodation of external conductors from their point of entry into the enclosure to the terminals to ensure adequate connection.

The fixed parts of a metal enclosure shall be electrically connected to the other exposed conductive parts of the equipment and connected to a terminal which enables them to be earthed or connected to a protective conductor.

Under no circumstances shall a removable metal part of the enclosure be insulated from the part carrying the earth terminal when the removable part is in place.

The removable parts of the enclosure shall be firmly secured to the fixed parts by a device such that they cannot be accidentally loosened or detached owing to the effects of operation of the equipment or vibrations.

When an enclosure is so designed as to allow the covers to be opened without the use of tools, means shall be provided to prevent loss of the fastening devices.

An integral enclosure is considered to be a non-removable part.

If the enclosure is used for mounting push-buttons, it shall not be possible to remove the buttons from the outside of the enclosure.

7.1.10.2 *Insulation*

If, in order to prevent accidental contact between a metallic enclosure and live parts, the enclosure is partly or completely lined with insulating material, then this lining shall be securely fixed to the enclosure.

7.1.11 *Degrees of protection of enclosed equipment*

Degrees of protection of enclosed equipment and relevant tests are given in Appendix C.

7.2 *Performance requirements*

The following requirements apply to clean new equipment unless otherwise stated in the relevant product standard.

7.2.1 *Operating conditions*

7.2.1.1 *General*

The equipment shall be operated in accordance with the manufacturer's instructions or the relevant product standard, especially for equipment with dependent manual operation where the making and breaking capacities may depend on the skill of the operator.

7.2.1.2 *Limits of operation of power operated equipment*

Unless otherwise stated in the relevant product standard, electromagnetic and electro-pneumatic equipment shall close with any control supply voltage between 85% and 110% of

d'alimentation de commande comprise entre 85% et 110% de sa valeur assignée U_s et pour une température de l'air ambiant comprise entre $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ces limites s'appliquent au courant continu ou au courant alternatif, suivant le cas.

Pour les matériels pneumatiques et électropneumatiques, les limites de la pression d'alimentation d'air sont, sauf indication contraire, 85% et 110% de la pression assignée.

Lorsqu'un domaine de fonctionnement est annoncé, la valeur de 85% s'applique à la valeur inférieure du domaine et la valeur de 110% s'applique à la valeur supérieure du domaine.

Note. — Pour les matériels à accrochage, les limites de fonctionnement doivent normalement faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Pour les matériels électromagnétiques et électropneumatiques, la tension de retombée ne doit pas être supérieure à 75% de la tension assignée d'alimentation de commande U_s ni inférieure à 20% de U_s dans le cas du courant alternatif, à la fréquence assignée, ou 10% de U_s dans le cas du courant continu.

Pour les matériels pneumatiques et électropneumatiques, l'ouverture doit avoir lieu, sauf indication contraire, pour une pression comprise entre 75% et 10% de la pression assignée.

Lorsqu'un domaine de fonctionnement est annoncé, les valeurs de 20% ou 10%, selon le cas, s'appliquent à la valeur supérieure du domaine et la valeur de 75% à la valeur inférieure du domaine.

Dans le cas des bobines, les valeurs limites pour la retombée sont valables lorsque la résistance du circuit de la bobine est égale à celle obtenue à $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ceci peut être vérifié par le calcul en se servant des valeurs obtenues à la température ambiante normale.

7.2.1.3 *Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à minimum de tension*

a) Tension de fonctionnement

Un relais ou déclencheur à minimum de tension, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, doit provoquer l'ouverture du matériel, même lorsque la tension décroît lentement, pour une valeur comprise entre 70% et 35% de sa tension assignée.

Note. — Un déclencheur à manque de tension est un type particulier de déclencheur à minimum de tension pour lequel la tension de fonctionnement est comprise entre 35% et 10% de la tension assignée d'alimentation.

Un relais ou déclencheur à minimum de tension doit empêcher la fermeture du matériel lorsque sa tension d'alimentation est inférieure à 35% de la tension assignée de ce relais ou de ce déclencheur; il doit permettre la fermeture du matériel à des tensions d'alimentation égales ou supérieures à 85% de la valeur assignée. Sauf prescription contraire de la norme de matériel correspondante, la limite supérieure de la tension d'alimentation doit être 110% de sa valeur assignée.

Les valeurs indiquées ci-dessus s'appliquent aussi bien en courant continu qu'en courant alternatif, à la fréquence assignée.

b) Durée de fonctionnement

Pour un relais ou déclencheur à retard à manque de tension, le retard doit être mesuré à partir de l'instant où la tension atteint sa valeur de fonctionnement jusqu'à celui où le relais ou le déclencheur actionne le dispositif de déclenchement du matériel.

7.2.1.4 *Limites de fonctionnement des déclencheurs shunt*

Un déclencheur shunt d'ouverture doit provoquer le déclenchement pour toutes les conditions de fonctionnement du matériel où la tension d'alimentation du déclencheur shunt,

its rated value U_s and an ambient air temperature between $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. These limits apply to d.c. or a.c. as appropriate.

For pneumatic and electro-pneumatic equipment, unless otherwise stated, the limits of the air supply pressure are 85% and 110% of the rated pressure.

Where a range of operation is given, the value of 85% shall apply to the lower limit of the range, and the value of 110% to the upper limit of the range.

Note. — For latched equipment, operating limits should be agreed upon between manufacturer and user.

For electromagnetic and electro-pneumatic equipment, the drop-out voltage shall not be higher than 75% of the rated control supply voltage U_s nor lower than 20% of U_s in the case of a.c. at rated frequency or 10% of U_s in the case of d.c.

For pneumatic and electro-pneumatic equipment, unless otherwise stated, opening shall occur at a pressure between 75% and 10% of the rated pressure.

Where a range of operation is given, the value of 20% or 10%, as the case may be, shall apply to the upper limit of the range, and the value of 75% to the lower limit of the range.

In the case of coils, the limiting drop-out values apply when the coil circuit resistance is equal to that obtained at $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. This may be verified by a calculation based on the values obtained at normal ambient temperature.

7.2.1.3 *Limits of operation of under-voltage relays and releases*

a) *Operating voltage*

An under-voltage relay or release, when associated with a switching device, shall operate to open the equipment even on a slowly falling voltage within the range between 70% and 35% of its rated voltage.

Note. — A no-voltage release is a special form of under-voltage release in which the operating voltage is between 35% and 10% of the rated supply voltage.

An under-voltage relay or release shall prevent the closing of the equipment when the supply voltage is below 35% of the rated voltage of the relay or release; it shall permit closing of the equipment at supply voltages equal to or above 85% of its rated value. Unless otherwise stated in the relevant product standard, the upper limit of the supply voltage shall be 110% of its rated value.

The figures given above apply equally to d.c. and to a.c. at rated frequency.

b) *Operating time*

For a time-delay under-voltage relay or release, the time-lag shall be measured from the instant when the voltage reaches the operating value until the instant when the relay or release actuates the tripping device of the equipment.

7.2.1.4 *Limits of operation of shunt releases*

A shunt release for opening shall cause tripping under all operating conditions of an equipment when the supply voltage of the shunt release measured during the tripping

mesurée pendant la manœuvre de déclenchement, reste comprise entre 70% et 110% de la tension assignée d'alimentation de commande et, dans le cas du courant alternatif, à la fréquence assignée.

7.2.1.5 *Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à manœuvre par variation de courant*

Les limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à manœuvre par variation de courant doivent être précisées dans la norme de matériel correspondante.

Note. — Le terme «relais et déclencheurs à manœuvre par variation de courant» vise les relais ou déclencheurs à maximum de courant, les relais ou déclencheurs de surcharge, les relais ou déclencheurs à retour de courant, etc.

7.2.2 *Echauffement*

L'échauffement des parties d'un matériel, mesuré au cours d'un essai effectué dans les conditions spécifiées au paragraphe 8.3.3.3, ne doit pas dépasser les valeurs fixées dans le présent paragraphe.

Notes 1. — Les échauffements en service normal peuvent être différents des valeurs d'essai, suivant les conditions d'installation et la taille des conducteurs raccordés.

2. — Les limites d'échauffement données aux tableaux II et III s'appliquent à un matériel essayé à l'état neuf et propre. Les normes de matériel peuvent prescrire des valeurs différentes pour des conditions d'essai différentes et pour des appareils de petites dimensions, mais ne dépassant pas de plus de 10 K les valeurs indiquées ci-dessus.

7.2.2.1 *Bornes*

L'échauffement des bornes ne doit pas dépasser les valeurs précisées au tableau II.

7.2.2.2 *Parties accessibles*

L'échauffement des parties accessibles ne doit pas dépasser les valeurs précisées au tableau III.

Note. — Les limites d'échauffement des autres parties sont données au paragraphe 7.2.2.8.

7.2.2.3 *Température de l'air ambiant*

Les limites d'échauffement figurant aux tableaux II et III ne sont applicables que si la température de l'air ambiant reste comprise entre les limites indiquées au paragraphe 6.1.1.

7.2.2.4 *Circuit principal*

Le circuit principal d'un matériel doit pouvoir supporter le courant thermique conventionnel de ce matériel sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées aux tableaux II et III au cours des essais conformes au paragraphe 8.3.3.4.

7.2.2.5 *Circuits de commande*

Les circuits de commande d'un matériel, y compris les appareils pour circuits de commande à utiliser pour les manœuvres de fermeture et d'ouverture de ce matériel, doivent permettre d'assurer le service assigné suivant le paragraphe 4.3.4 ainsi que d'effectuer les essais d'échauffement spécifiés au paragraphe 8.3.3.3.5 sans que les échauffements dépassent les limites fixées aux tableaux II et III.

7.2.2.6 *Enroulements des bobines et des électro-aimants*

Lorsque le courant passe dans le circuit principal, les enroulements des bobines et des électro-aimants doivent supporter leur tension assignée, sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées au paragraphe 7.2.2.8 au cours des essais conformes au paragraphe 8.3.3.3.6.

Note. — Ce paragraphe ne s'applique pas aux bobines à fonctionnement impulsionnel dont le régime est défini par le constructeur.

operation remains between 70% and 110% of the rated control supply voltage and, when a.c., at the rated frequency.

7.2.1.5 *Limits of operation of current operated relays and releases*

Limits of operation of current operated relays and releases shall be stated in the relevant product standard.

Note. — The term “current operated relays and releases” covers over-current relays or releases, overload relays or releases, reverse current relays or releases, etc.

7.2.2 *Temperature-rise*

The temperature-rise of the parts of an equipment, measured during a test carried out under the conditions specified in Sub-clause 8.3.3.3, shall not exceed the values stated in this sub-clause.

Notes 1. — Temperature-rise in normal service may differ from the test values, depending on the installation conditions and size of connected conductors.

2. — The temperature-rise limits given in Tables II and III apply to equipment tested in new and clean condition. Different values may be prescribed by product standards for different test conditions and for devices of small dimensions but not exceeding the above values by more than 10 K.

7.2.2.1 *Terminals*

The temperature-rise of terminals shall not exceed the values stated in Table II.

7.2.2.2 *Accessible parts*

The temperature-rise of accessible parts shall not exceed the values stated in Table III.

Note. — The temperature-rise limits of other parts are given in Sub-clause 7.2.2.8.

7.2.2.3 *Ambient air temperature*

The temperature-rise limits given in Tables II and III are applicable only if the ambient air temperature remains within the limits given in Sub-clause 6.1.1.

7.2.2.4 *Main circuit*

The main circuit of an equipment shall be capable of carrying the conventional thermal current of the equipment without the temperature-rises exceeding the limits specified in Tables II and III when tested in accordance with Sub-clause 8.3.3.3.4.

7.2.2.5 *Control circuits*

The control circuits of an equipment, including control circuit devices to be used for the closing and opening operations of an equipment, shall permit the rated duty according to Sub-clause 4.3.4 and also the temperature-rise tests specified in Sub-clause 8.3.3.3.5 to be made without the temperature-rise exceeding the limits specified in Tables II and III.

7.2.2.6 *Windings of coils and electromagnets*

With current flowing through the main circuit the windings of coils and electromagnets shall withstand their rated voltage without the temperature-rise exceeding the limits specified in Sub-clause 7.2.2.8 when tested in accordance with Sub-clause 8.3.3.3.6.

Note. — This sub-clause does not apply to pulse-operated coils, whose operating conditions are defined by the manufacturer.

7.2.2.7 Circuits auxiliaires

Les circuits auxiliaires d'un matériel, y compris les interrupteurs auxiliaires, doivent pouvoir supporter leur courant thermique conventionnel sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées dans les tableaux II et III au cours des essais conformes au paragraphe 8.3.3.3.7.

Note. — Si un circuit auxiliaire fait partie intégrante d'un matériel, il suffit de l'essayer en même temps que ce matériel, mais à son courant d'emploi réel.

7.2.2.8 Autres parties

Les échauffements qui ont lieu au cours de l'essai ne doivent occasionner aucun dommage aux parties transportant le courant ou aux parties adjacentes du matériel. En ce qui concerne les matériaux isolants, en particulier, le constructeur doit démontrer la conformité à ces dispositions en se référant à l'indice de température du matériau isolant (déterminé par exemple par les méthodes de la Publication 216 de la C E I) ou par conformité à la Publication 85 de la C E I.

TABLEAU II

Limites d'échauffement des bornes

Matériau de la borne	Limites d'échauffement (K) ^{1) 3)}
Cuivre nu	60
Laiton nu	65
Cuivre ou laiton étamé	65
Cuivre ou laiton argenté ou nickelé	70 ¹⁾
Autres métaux	²⁾

1) La limite d'échauffement de 70 K pour les bornes est basée sur le raccordement de câbles isolés au PVC.
L'emploi en service de conducteurs notablement plus petits que ceux figurant aux tableaux IX et X pourrait conduire à des températures des bornes et des parties internes plus élevées et il est conseillé de ne pas utiliser de tels conducteurs sans l'accord du constructeur puisque des températures plus élevées pourraient rendre le matériel défectueux.

2) Les limites d'échauffement doivent être fixées en fonction de l'expérience acquise en service ou des essais de durée, mais ne pas dépasser 65 K.

3) Les normes de matériel peuvent prescrire des valeurs différentes pour des conditions d'essai différentes et pour des matériels de petites dimensions, mais ne dépassant pas de plus de 10 K les valeurs de ce tableau.

7.2.2.7 Auxiliary circuits

Auxiliary circuits of an equipment including auxiliary switches shall be capable of carrying their conventional thermal current without the temperature-rise exceeding the limits specified in Tables II and III, when tested in accordance with Sub-clause 8.3.3.3.7.

Note. — If an auxiliary circuit forms an integral part of the equipment it suffices to test it at the same time as the main equipment, but at its actual service current.

7.2.2.8 Other parts

The temperature-rises obtained during the test shall not cause damage to current-carrying parts or adjacent parts of the equipment. In particular, for insulating materials, the manufacturer shall demonstrate compliance either by reference to the insulation temperature index (determined for example by the methods of IEC Publication 216) or by compliance with IEC Publication 85.

TABLE II
Temperature-rise limits of terminals

Terminal material	Temperature-rise limits (K) ^{1) 3)}
Bare copper	60
Bare brass	65
Tin plated copper or brass	65
Silver plated or nickel plated copper or brass	70 ¹⁾
Other metals	²⁾
¹⁾ The terminal temperature-rise limit of 70 K is based on the connection of PVC cables. The use in service of connected conductors significantly smaller than those listed in Tables IX and X could result in higher terminal and internal part temperatures and such conductors should not be used without the manufacturer's consent since higher temperatures could lead to equipment failure. ²⁾ Temperature-rise limits to be based on service experience or life tests but not to exceed 65 K. ³⁾ Different values may be prescribed by product standards for different test conditions and for devices of small dimensions, but not exceeding by more than 10 K the values of this table.	

TABLEAU III

Limites d'échauffement des parties accessibles

Parties accessibles	Limites d'échauffement *) (K)
Organes de commande manuelle:	
Métalliques	15
Non métalliques	25
Parties destinées à être touchées mais pas tenues à la main:	
Métalliques	30
Non métalliques	40
Parties qu'il n'est pas nécessaire de toucher en service normal:	
Métalliques	40
Non métalliques	50
Parties non destinées à être touchées en service normal **)	
Parties extérieures d'enveloppes adjacentes à des entrées de câbles:	
Métalliques	40
Non métalliques	50
Parties extérieures d'enveloppes contenant des résistances	200 **)
Air à la sortie des orifices de ventilation des enveloppes contenant des résistances	200 **)
*) Les normes de matériel peuvent prescrire des valeurs différentes pour des conditions d'essai différentes et pour des appareils de petites dimensions, mais ne dépassant pas de plus de 10 K les valeurs de ce tableau. **) Le matériel doit être protégé contre les contacts avec des matériaux combustibles ou les contacts accidentels avec le personnel. La limite de 200 K peut être dépassée sur indication du constructeur. L'installateur est responsable du choix de la méthode de protection et de l'emplacement pour prévenir les risques et les détériorations. Le constructeur doit fournir les renseignements appropriés, conformément au paragraphe 5.3.	

7.2.3 *Propriétés diélectriques*

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

Le matériel doit pouvoir satisfaire aux essais diélectriques spécifiés au paragraphe 8.3.3.4.

- b) La méthode utilisée en variante pour vérifier les propriétés diélectriques au moyen d'un essai à fréquence industrielle de une minute peut aussi être appliquée et il convient de la mentionner dans la norme de matériel correspondante. Toutefois, il convient de se souvenir que, dans ce cas, les prescriptions de la coordination de l'isolement ne peuvent être vérifiées.

Le matériel doit pouvoir supporter la tension assignée de tenue aux chocs (voir paragraphe 4.3.1.3) correspondant à la catégorie de surtension figurant en annexe H ou, le cas échéant, les tensions alternatives ou continues correspondantes données au tableau XII. La tension de tenue entre les contacts ouverts des matériels aptes au sectionnement est donnée au tableau XIV.

Note. — La corrélation entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du matériel est donnée en annexe H.

La tension assignée de tenue aux chocs pour une valeur donnée de la tension assignée d'emploi (voir notes 1 et 2 du paragraphe 4.3.1.1) ne doit pas être inférieure à celle qui correspond en annexe H à la tension nominale et à la catégorie de surtension appropriée du réseau d'alimentation du circuit à l'endroit où le matériel est destiné à être utilisé.

TABLE III
Temperature-rise limits of accessible parts

Accessible parts	Temperature-rise limits *) (K)
Manual operating means:	
Metallic	15
Non-metallic	25
Parts intended to be touched but not hand-held:	
Metallic	30
Non-metallic	40
Parts which need not be touched for normal operation:	
Metallic	40
Non-metallic	50
Parts not intended to be touched during normal operation **)	
Exteriors of enclosures adjacent to cable entries:	
Metallic	40
Non-metallic	50
Exteriors of enclosures for resistors	200 **)
Air issuing from ventilation openings of enclosures for resistors	200 **)
*) Different values may be prescribed by product standards for different test conditions and for devices of small dimensions but not exceeding by more than 10 K the values of this table. **) The equipment shall be protected against contact with combustible materials or accidental contacts with personnel. The limit of 200 K may be exceeded if so stated by the manufacturer. Guarding and location to prevent danger is the responsibility of the installer. The manufacturer shall provide appropriate information, in accordance with Sub-clause 5.3.	

7.2.3 Dielectric properties

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

The equipment shall be capable of withstanding the dielectric tests specified in Sub-clause 8.3.3.4.

- b) Alternatively the method of verifying dielectric properties by a one-minute power frequency test may be applied and, if so, should be stated in the relevant product standard. However, it should be borne in mind that in this case the requirements of insulation co-ordination cannot be verified.

The equipment shall be capable of withstanding the rated impulse withstand voltage (see Sub-clause 4.3.1.3) in accordance with the overvoltage category given in Appendix H or, where applicable, the corresponding a.c. or d.c. voltage given in Table XII. The withstand voltage across the contact gaps of devices suitable for isolation is given in Table XIV.

Note. — The correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of the equipment is given in Appendix H.

The rated impulse withstand voltage for a given rated operational voltage (see Notes 1 and 2 to Sub-clause 4.3.1.1) shall not be less than that corresponding in Appendix H to the nominal voltage of the supply system of the circuit at the point where the equipment is to be used, and the appropriate overvoltage category.

- c) Pour vérifier l'état du matériel après des essais de fonctionnement, on utilise une tension d'essai de 1 minute à fréquence industrielle conformément à la norme de matériel correspondante.

7.2.3.1 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 XII en fonction de la tension assignée de tenue aux chocs.
- b) Les distances d'isolement entre les contacts ouverts doivent supporter:
- la tension de tenue aux chocs spécifiée, le cas échéant, dans la norme de matériel correspondante;
 - dans le cas d'un matériel désigné comme étant apte au sectionnement, la tension d'essai donnée au tableau XIV en fonction de la tension assignée de tenue aux chocs.
- c) L'isolation solide du matériel associée aux distances d'isolement a) et/ou b) doit supporter les tensions spécifiées en a) et/ou b), suivant les cas.

7.2.3.2 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 doivent répondre aux dispositions du paragraphe 7.2.3.1 a) et c).
- 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 l'isolation solide associée de ces circuits, alternatifs ou continus, doivent supporter la tension appropriée, conformément à l'annexe H.

7.2.3.3 Distances d'isolement

Les distances d'isolement doivent avoir une valeur suffisante pour permettre au matériel de supporter la tension assignée de tenue aux chocs, conformément aux paragraphes 7.2.3.1 et 7.2.3.2.

Les distances d'isolement doivent avoir une valeur supérieure à celles du tableau XIII, cas B — champ homogène (voir également le paragraphe 2.5.62), et être vérifiées par un essai sur prélèvement conforme au paragraphe 8.3.3.4.3. Cet essai n'est pas 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 XIII pour le cas A — champ non homogène.

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

7.2.3.4 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 au paragraphe 7.2.3.3. 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 le paragraphe 7.2.3.3.

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

Les lignes de fuite doivent correspondre au degré de pollution dans les conditions spécifiées au paragraphe 6.1.3.2 ou à celui qui est défini dans la norme de matériel correspondante et au groupe de matériau correspondant à la tension assignée d'isolement ou à la tension locale figurant au tableau XV.

- c) For verifying the condition of the equipment after performance tests, the one minute power frequency test voltage is used in accordance with the relevant product standard.

7.2.3.1 *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 XII appropriate to the rated impulse withstand voltage.
- b) Clearances across the open contacts shall withstand:
 - the impulse withstand voltage specified, where applicable, in the relevant product standard;
 - for equipment designated as suitable for isolation, the test voltage given in Table XIV appropriate to the rated impulse withstand voltage.
- c) Solid insulation of equipment associated with clearances a) and/or b) shall withstand the impulse voltages specified in a) and/or b), as applicable.

7.2.3.2 *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 shall comply with the requirements of Sub-clause 7.2.3.1 a) and c).
- 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, whether a.c. or d.c., shall withstand the appropriate voltage in accordance with Appendix H.

7.2.3.3 *Clearances*

Clearances shall be sufficient to enable the equipment to withstand the rated impulse withstand voltage, according to Sub-clauses 7.2.3.1 and 7.2.3.2.

Clearances shall be higher than the values given in Table XIII, for case B—homogeneous field (see Sub-clause 2.5.62) and verified by a sampling test according to Sub-clause 8.3.3.4.3. This 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 XIII for case A—in-homogeneous field.

The method of measuring clearances is given in Appendix G.

7.2.3.4 *Creepage distances*

a) *Dimensioning*

For pollution degrees 1 and 2, creepage distances shall not be less than the associated clearances selected according to Sub-clause 7.2.3.3. 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 Sub-clause 7.2.3.3.

The method of measuring creepage distances is given in Appendix G.

Creepage distances shall correspond to a pollution degree as specified in Sub-clause 6.1.3.2 or to that defined in the relevant product standard and to the corresponding material group at the rated insulation (or working) voltage given in Table XV.

Les groupes de matériau sont classés comme suit, suivant le domaine de valeurs de l'indice de résistance au cheminement (IRC) (voir paragraphe 2.5.65):

- 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 Publication 112 de la C E I, 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 XV 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 G.2).

c) *Applications spéciales*

Les matériels prévus pour certaines applications où les graves conséquences d'un défaut d'isolement sont à considérer doivent avoir un ou plusieurs des facteurs d'influence du tableau XV (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 XV.

7.2.3.5 *Isolation solide*

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

Note. — L'isolation solide peut être vérifiée par les essais à fréquence industrielle ou en courant continu demandés au cours des séquences d'essais spécifiées dans la norme de matériel correspondante.

7.2.3.6 *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 ou tension locale pour les lignes de fuite).

7.2.4 *Aptitude à l'établissement, au passage et à la coupure des courants à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge*

7.2.4.1 *Pouvoirs de fermeture et de coupure*

Le matériel doit pouvoir établir et couper les courants de charge et de surcharge sans défaillance dans les conditions précisées dans la norme de matériel correspondante pour les catégories d'emploi prescrites et le nombre de manœuvres fixé dans la norme de matériel correspondante (voir aussi les conditions générales d'essai du paragraphe 8.3.3.5).

7.2.4.2 *Fonctionnement en service*

Les essais relatifs au fonctionnement en service d'un matériel sont destinés à vérifier que le matériel est capable d'établir, de transporter et de couper sans défaillance les courants traversant son circuit principal dans les conditions correspondant à la catégorie d'emploi spécifiée, s'il y a lieu.

Les prescriptions spécifiques et les conditions d'essai doivent être précisées dans la norme de matériel correspondante et peuvent concerner:

Material groups are classified as follows, according to the range of values of the comparative tracking index (CTI) (see Sub-clause 2.5.65):

- 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 Publication 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 relevant value of Table XV by using ribs of minimum height 2 mm, irrespective of the number of ribs. The minimum base of the rib is determined by mechanical requirements (see Appendix G.2).

c) Special applications

Equipment 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 XV (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 equipment according to Table XV.

7.2.3.5 Solid insulation

Dimensioning rules for solid insulation are under consideration.

Note. — Solid insulation may be verified by the power frequency or d.c. tests required during the test sequences specified in the relevant product standard.

7.2.3.6 Spacing 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 or working voltage for creepage distances).

7.2.4 Ability to make, carry and break currents under no-load, normal load and overload conditions

7.2.4.1 Making and breaking capacities

The equipment shall be capable of making and breaking load and overload currents without failure under the conditions stated in the relevant product standard for the required utilization categories and the number of operations stated in the relevant product standard (see also general test conditions of Sub-clause 8.3.3.5).

7.2.4.2 Operational performance

Tests concerning the operational performance of equipment are intended to verify that the equipment is capable of making, carrying and breaking without failure the currents flowing in its main circuit under conditions corresponding to the specified utilization category, where relevant.

Specific requirements and test conditions shall be stated in the relevant product standard and may concern:

- le fonctionnement en service à vide, pour lequel les essais sont effectués avec les circuits de commande sous tension et le circuit principal hors tension, afin de démontrer que le matériel satisfait aux conditions de fonctionnement spécifiées pour les limites supérieures et inférieures de tension et/ou de pression précisées pour le circuit de commande pendant les manœuvres de fermeture et d'ouverture;
- le fonctionnement en service en charge au cours duquel le matériel doit établir et couper les courants spécifiés correspondant, le cas échéant, à sa catégorie d'emploi pour le nombre de manœuvres précisé dans la norme de matériel correspondante.

Les vérifications du fonctionnement à vide et en charge peuvent être combinées en une séquence d'essais si la norme de matériel correspondante le précise.

7.2.4.3 *Durabilité*

Note. — Le terme «durabilité» a été choisi au lieu de «endurance» pour exprimer le nombre probable de cycles de manœuvres que peut effectuer le matériel sans remise en état ou remplacement de pièces. En outre, le terme «endurance» est aussi employé couramment pour désigner le fonctionnement en service défini au paragraphe 7.2.4.2 et il a été estimé nécessaire de ne pas utiliser le terme «endurance» dans la présente norme afin d'éviter toute confusion entre ces deux concepts.

7.2.4.3.1 *Durabilité mécanique*

En ce qui concerne sa résistance à l'usure mécanique, un matériel est caractérisé par le nombre, indiqué dans la norme de matériel correspondante, de cycles de manœuvres à vide (c'est-à-dire sans courant aux contacts principaux) qu'il est susceptible d'effectuer avant qu'il ne devienne nécessaire de procéder à la révision ou au remplacement de pièces mécaniques; cependant, un entretien normal selon les instructions du constructeur peut être admis pour les matériels conçus pour être entretenus.

Chaque cycle de manœuvres consiste en une manœuvre de fermeture suivie d'une manœuvre d'ouverture.

Le matériel doit être monté conformément aux instructions du constructeur pour l'essai.

Le nombre préférentiel de cycles de manœuvres à vide doit être spécifié dans la norme de matériel correspondante.

7.2.4.3.2 *Durabilité électrique*

En ce qui concerne sa résistance à l'usure électrique, un matériel est caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres en charge, dans les conditions de service indiquées dans la norme de matériel correspondante, qu'il est capable d'effectuer sans réparation ni remplacement de pièces.

Le nombre préférentiel de cycles de manœuvres en charge doit être spécifié dans la norme de matériel correspondante.

7.2.5 *Aptitude à l'établissement, au passage et à la coupure des courants de court-circuit*

Le matériel doit être réalisé de façon à pouvoir supporter, dans les conditions spécifiées dans la norme de matériel correspondante, les contraintes thermiques, dynamiques et électriques occasionnées par des courants de court-circuit. En particulier, le matériel doit se comporter de manière telle qu'il satisfasse aux prescriptions du paragraphe 8.3.4.1.8.

Les courants de court-circuit peuvent se manifester:

- au cours des manœuvres d'établissement,
- lorsque le courant est établi en position de fermeture,
- en cas d'interruption de courant.

L'aptitude du matériel à établir, supporter et couper des courants de court-circuit est définie par une ou plusieurs des caractéristiques assignées suivantes:

- the operational performance off-load for which the tests are made with the control circuits energized and the main circuit not energized, in order to demonstrate that the equipment meets the operating conditions specified at the upper and lower limits of supply voltage and/or pressure specified for the control circuit during closing and opening operations;
- the operational performance on-load during which the equipment shall make and break the specified current corresponding, where relevant, to its utilization category for the number of operations stated in the relevant product standard.

The verification of operational performance off-load and on-load may be combined in one sequence of tests if so stated in the relevant product standard.

7.2.4.3 *Durability*

Note. — The term “durability” has been chosen, instead of “endurance” in order to express the expectancy of the number of operating cycles which can be performed by the equipment before repair or replacement of parts. Moreover the term “endurance” is also commonly used to cover operational performance as defined in Sub-clause 7.2.4.2 and it was deemed necessary not to use the term “endurance” in this standard in order to avoid confusion between the two concepts.

7.2.4.3.1 *Mechanical durability*

With respect to its resistance to mechanical wear, an equipment is characterized by the number, stated in the relevant product standard, of no-load operating cycles (i.e., without current at the main contacts) which can be effected before it becomes necessary to service or replace any mechanical parts; however, normal maintenance according to the manufacturer's instructions may be permitted for equipment designed to be maintained.

Each operating cycle consists of one closing operation followed by one opening operation.

The equipment shall be mounted according to the manufacturer's instructions for the test.

The preferred number of off-load operating cycles shall be specified in the relevant product standard.

7.2.4.3.2 *Electrical durability*

With respect to its resistance to electrical wear, an equipment is characterized by the number of on-load operating cycles, corresponding to the service conditions given in the relevant product standard, which can be made without repair or replacement.

The preferred number of on-load operating cycles shall be specified in the relevant product standard.

7.2.5 *Ability to make, carry and break short-circuit currents*

The equipment shall be so constructed as to be capable of withstanding, under conditions specified in the relevant product standard, the thermal, dynamic and electrical stresses resulting from short-circuit currents. In particular the equipment shall behave in such a manner that it complies with the requirements of Sub-clause 8.3.4.1.8.

Short-circuit currents may be encountered:

- during current making,
- during current carrying in the closed position,
- during current interruption.

The ability of the equipment to make, carry and break short-circuit currents is stated in terms of one or more of the following ratings:

- pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (voir paragraphe 4.3.6.2),
- pouvoir assigné de coupure en court-circuit (voir paragraphe 4.3.6.3),
- courant assigné de courte durée admissible (voir paragraphe 4.3.6.1),
- dans le cas des matériels coordonnés avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC):
 - a) courant assigné de court-circuit conditionnel (voir paragraphe 4.3.6.4),
 - b) autres types de coordination, spécifiés seulement dans la norme de matériel correspondante.

Pour les valeurs assignées et les valeurs limites des points a) et b) ci-dessus, le constructeur doit indiquer le type et les caractéristiques (par exemple: courant assigné, pouvoir de coupure, courant coupé limité, I^2t) du DPCC nécessaire à la protection du matériel.

7.2.6 Surtensions de manœuvre

Le matériel ne doit pas créer de surtensions de manœuvre supérieures à sa tension assignée de tenue aux chocs et il ne faut pas le soumettre à des surtensions de manœuvre supérieures à sa tension assignée de tenue aux chocs. Il est recommandé de tenir compte de ce fait lors du choix d'un matériel pour emploi dans un circuit donné.

Les matériels ayant plus d'une tension assignée d'emploi et/ou destinés à être utilisés à des niveaux différents de surtensions transitoires ne doivent pas créer de surtensions de manœuvre supérieures au niveau le plus bas indiqué pour les surtensions de manœuvre, à la tension assignée d'emploi correspondante.

Exemple:

Un matériel 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 manœuvre maximale de $1\,200\text{ V}$ (à une tension d'emploi de 230 V) peut être utilisé dans les catégories de surtensions I, II, III ou même IV si l'on utilise des moyens appropriés de protection contre les surtensions.

Note. — Pour la catégorie de surtension, voir le paragraphe 2.5.60 et l'annexe H.

7.2.7 Courants de fuite des matériels aptes au sectionnement (à l'étude)

8. Essais

8.1 Nature des essais

8.1.1 Généralités

Les essais doivent être effectués pour vérifier la conformité aux prescriptions de la présente norme, s'il y a lieu, et de la norme de matériel correspondante.

Les essais sont les suivants:

- essais de type (voir paragraphe 2.6.1) qui doivent être effectués sur des échantillons représentatifs de tout type de matériel;
- essais individuels (voir paragraphe 2.6.2) qui doivent être effectués sur chaque matériel construit conformément à la présente norme, s'il y a lieu, et à la norme de matériel correspondante;
- essais sur prélèvement (voir paragraphe 2.6.3) qui sont effectués si la norme de matériel correspondante le demande. Dans le cas des essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement, voir le paragraphe 8.3.3.4.3.

Les essais ci-dessus peuvent être composés de séquences d'essais, suivant les prescriptions de la norme de matériel correspondante.

- rated short-circuit making capacity (see Sub-clause 4.3.6.2),
- rated short-circuit breaking capacity (see Sub-clause 4.3.6.3),
- rated short-time withstand current (see Sub-clause 4.3.6.1),
- in the case of equipment co-ordinated with short-circuit protective devices (SCPDs):
 - a) rated conditional short-circuit current (see Sub-clause 4.3.6.4),
 - b) other types of co-ordination, specified solely in the relevant product standard.

For ratings and limiting values according to items *a)* and *b)* above, the manufacturer shall indicate the type and the characteristics (e.g. current rating, breaking capacity, cut-off current, I^2t) of the SCPD necessary for the protection of the equipment.

7.2.6 Switching overvoltages

Equipment shall not generate switching overvoltages higher than the rated impulse withstand voltage and shall not be submitted to switching overvoltages higher than the rated impulse withstand voltage. The latter point should be taken into account when selecting an equipment for use in a given circuit.

Equipment having more than one rated operational voltage and/or intended to be used at different transient overvoltage levels shall not generate switching overvoltages higher than the lowest transient overvoltage level at the corresponding rated operational voltage.

Example:

Equipment having a rated impulse withstand 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 Sub-clause 2.5.60 and Appendix H.

7.2.7 Leakage currents of equipment suitable for isolation (under consideration)

8. Tests

8.1 Kinds of test

8.1.1 General

Tests shall be made to prove compliance with the requirements laid down in this standard, where applicable, and in the relevant product standard.

Tests are as follows:

- type tests (see Sub-clause 2.6.1) which shall be made on representative samples of each particular equipment;
- routine tests (see Sub-clause 2.6.2) which shall be made on each individual piece of equipment manufactured to this standard, where applicable, and the relevant product standard;
- sampling tests (see Sub-clause 2.6.3) which are made if called for in the relevant product standard. For sampling tests for clearance verification, see Sub-clause 8.3.3.4.3.

The above tests may consist of test sequences, according to the requirements of the relevant product standard.

Les essais doivent être effectués par le constructeur, dans ses ateliers ou tout laboratoire approprié de son choix.

Des essais spéciaux (voir paragraphe 2.6.4) peuvent, le cas échéant, être aussi effectués, à condition qu'ils soient précisés dans la norme de matériel correspondante et suivant accord entre le constructeur et l'utilisateur.

8.1.2 *Essais de type*

Les essais de type sont destinés à vérifier la conformité de la conception d'un matériel donné à la présente norme, le cas échéant, et à la norme de matériel correspondante.

Ils peuvent comprendre, suivant les cas, la vérification des caractéristiques suivantes:

- dispositions constructives;
- échauffement;
- propriétés diélectriques (voir paragraphe 8.3.3.4.1, lorsqu'il est applicable);
- pouvoirs de fermeture et de coupure;
- pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit;
- limites de fonctionnement;
- fonctionnement en service;
- degré de protection du matériel sous enveloppe.

Note. — La liste ci-dessus n'est pas exhaustive.

Les essais de type auxquels doit être soumis un matériel, les résultats à obtenir, et, le cas échéant, les séquences d'essais ainsi que le nombre d'échantillons, doivent être précisés dans la norme de matériel correspondante.

8.1.3 *Essais individuels*

Les essais individuels sont destinés à déceler les défauts des matériaux et la qualité de la construction ainsi qu'à vérifier le fonctionnement correct du matériel. Ils doivent être effectués sur chaque matériel.

Les essais individuels peuvent comprendre:

- a) des essais fonctionnels;
- b) des essais diélectriques.

Les prescriptions détaillées des essais individuels et les conditions dans lesquelles ils doivent être effectués doivent être précisées dans la norme de matériel correspondante.

8.1.4 *Essais sur prélèvement*

Si les techniques employées et l'analyse statistique montrent que des essais individuels (sur chaque matériel) ne sont pas nécessaires, des essais sur prélèvement peuvent être effectués à leur place, si la norme de matériel correspondante le précise.

Ces essais peuvent comprendre:

- a) des essais fonctionnels;
- b) des essais diélectriques.

Des essais sur prélèvement peuvent aussi être effectués pour vérifier des propriétés ou des caractéristiques spécifiques d'un matériel, soit à l'initiative du constructeur, soit par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

8.2 *Conformité aux dispositions constructives*

La vérification de la conformité du matériel aux dispositions constructives définies au paragraphe 7.1 concerne par exemple:

- les matériaux;
- le matériel;

The tests shall be carried out by the manufacturer, at his works or at any suitable laboratory of his choice.

Where appropriate, subject to specification in the relevant product standard, and to agreement between manufacturer and user, special tests (see Sub-clause 2.6.4) may also be performed.

8.1.2 *Type tests*

Type tests are intended to verify compliance of the design of a given equipment with this standard, where applicable, and the relevant product standard.

They may comprise, as appropriate, the verification of:

- constructional requirements;
- temperature-rise;
- dielectric properties (see Sub-clause 8.3.3.4.1, where applicable);
- making and breaking capacities;
- short-circuit making and breaking capacities;
- operating limits;
- operational performance;
- degree of protection of enclosed equipment.

Note. — The above list is not exhaustive.

The type tests to which the equipment shall be submitted, the results to be obtained, and, if relevant, the test sequences and the number of samples, shall be specified in the relevant product standard.

8.1.3 *Routine tests*

Routine tests are intended to detect faults in materials and workmanship and to ascertain proper functioning of the equipment. They shall be made on each individual piece of equipment.

Routine tests may comprise:

- a) functional tests;
- b) dielectric tests.

Details of the routine tests and the conditions under which they shall be made shall be stated in the relevant product standard.

8.1.4 *Sampling tests*

If engineering and statistical analysis show that routine tests (on each product) are not required, sampling tests may be made instead, if so stated in the relevant product standard.

These tests may comprise:

- a) functional tests;
- b) dielectric tests.

Sampling tests may also be made to verify specific properties or characteristics of an equipment, either on the manufacturer's own initiative, or by agreement between manufacturer and user.

8.2 *Compliance with constructional requirements*

Verification of compliance with the constructional requirements stated in Sub-clause 7.1 concerns, for example:

- the materials;
- the equipment;

- les enveloppes pour le matériel;
- les propriétés mécaniques des bornes;
- l'organe de commande;
- l'indicateur de position (voir paragraphe 2.3.18).

8.2.1 *Matériaux*

A l'étude.

8.2.2 *Matériel*

A l'étude.

8.2.3 *Enveloppes pour le matériel*

A l'étude.

Pour les degrés de protection du matériel sous enveloppe, voir l'annexe C.

8.2.4 *Propriétés mécaniques des bornes*

Ce paragraphe ne s'applique pas aux bornes en aluminium ni à celles destinées au raccordement de conducteurs en aluminium.

8.2.4.1 *Conditions générales pour les essais*

Sauf indication contraire du constructeur, chaque essai doit être effectué sur des bornes à l'état neuf et propre.

Lorsque les essais sont effectués avec des conducteurs ronds en cuivre, le cuivre de ceux-ci doit être conforme à la Publication 28 de la CEI.

Lorsque les essais sont effectués avec des conducteurs plats en cuivre, ceux-ci doivent avoir les caractéristiques suivantes:

- pureté minimale: 99,5%;
- résistance maximale à la traction: 200-280 N/mm²;
- dureté Vickers: 40... 65.

8.2.4.2 *Essais de résistance mécanique des bornes*

Les essais doivent être effectués avec le type de conducteur approprié de section maximale.

Le conducteur doit être connecté et déconnecté cinq fois.

Pour les bornes à vis, le couple de serrage doit avoir la plus grande des deux valeurs suivantes: valeur conforme au tableau IV ou 110% du couple spécifié par le constructeur.

Cet essai doit être effectué sur 2 organes de serrage distincts.

Lorsqu'une vis a une tête hexagonale susceptible d'être serrée par tournevis et que les valeurs des colonnes II et III sont différentes, l'essai est effectué deux fois, d'abord en appliquant à la tête hexagonale le couple défini à la colonne III, ensuite, sur un autre jeu d'échantillons, en appliquant, au moyen d'un tournevis, le couple défini à la colonne II.

Si les valeurs des colonnes II et III sont les mêmes, seul l'essai au moyen du tournevis est effectué.

Chaque fois que la vis ou l'écrou de fixation est desserré, on doit utiliser un conducteur neuf pour chaque essai de serrage.

Pendant l'essai, les organes de serrage et les bornes ne doivent pas prendre de jeu et il ne doit se produire aucun dommage, tel que rupture des vis ou détérioration des fentes des têtes de vis, des filetages ou taraudages, des rondelles ou étriers, qui nuirait à l'emploi ultérieur des raccordements à vis.

- the enclosures for equipment;
- the mechanical properties of terminals;
- the actuator;
- the position indicating device (see Sub-clause 2.3.18).

8.2.1 *Materials*

Under consideration.

8.2.2 *Equipment*

Under consideration.

8.2.3 *Enclosures for equipment*

Under consideration.

For the degrees of protection of enclosed equipment, see Appendix C.

8.2.4 *Mechanical properties of terminals*

This sub-clause does not apply to aluminium terminals nor to terminals for connection of aluminium conductors.

8.2.4.1 *General conditions for tests*

Unless otherwise stated by the manufacturer, each test shall be made on terminals in a clean and new condition.

When tests are made with round copper conductors, these shall be of copper according to IEC Publication 28.

When tests are made with flat copper conductors, these shall have the following characteristics:

- minimum purity: 99.5%;
- ultimate tensile strength: 200-280 N/mm²;
- Vickers hardness: 40... 65.

8.2.4.2 *Tests of mechanical strength of terminals*

Tests shall be made with the appropriate type of conductor having the maximum cross-sectional area.

The conductor shall be connected and disconnected five times.

For screw-type terminals, the tightening torque shall be in accordance with Table IV or 110% of the torque specified by the manufacturer, whichever is the greater.

The test shall be conducted on 2 separate clamping units.

Where a screw has a hexagonal head with means for tightening with a screwdriver and the values in columns II and III are different, the test is made twice, first applying to the hexagonal head the torque specified in column III, and then, on another set of samples, applying the torque specified in column II by means of a screwdriver.

If the values in columns II and III are the same, only the test with the screwdriver is made.

Each time the clamping screw or nut is loosened, a new conductor shall be used for each tightening test.

During the test, clamping units and terminals shall not work loose and there shall be no damage, such as breakage of screws or damage to the head slots, threads, washers or stirrups that will impair the further use of the screwed connections.

TABLEAU IV

Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis

Diamètre de la vis (mm)		Couple de serrage (N.m)		
Valeurs normales du système métrique	Gamme de diamètre	I	II	III
2,5	≤ 2,8	0,2	0,4	0,4
3,0	> 2,8 jusqu'à 3,0 inclusivement	0,25	0,5	0,5
—	> 3,0 jusqu'à 3,2 inclusivement	0,3	0,6	0,6
3,5	> 3,2 jusqu'à 3,6 inclusivement	0,4	0,8	0,8
4	> 3,6 jusqu'à 4,1 inclusivement	0,7	1,2	1,2
4,5	> 4,1 jusqu'à 4,7 inclusivement	0,8	1,8	1,8
5	> 4,7 jusqu'à 5,3 inclusivement	0,8	2,0	2,0
6	> 5,3 jusqu'à 6,0 inclusivement	1,2	2,5	3,0
8	> 6,0 jusqu'à 8,0 inclusivement	2,5	3,5	6,0
10	> 8,0 jusqu'à 10,0 inclusivement	—	4,0	10,0
12	> 10 jusqu'à 12 inclusivement	—	—	14,0
14	> 12 jusqu'à 15 inclusivement	—	—	19,0
16	> 15 jusqu'à 20 inclusivement	—	—	25,0
20	> 20 jusqu'à 24 inclusivement	—	—	36,0
24	> 24	—	—	50,0

La colonne I s'applique aux vis sans tête qui, lorsqu'elles sont serrées, ne dépassent pas de leur logement et aux autres vis qui ne peuvent être serrées au moyen d'un tournevis ayant une lame plus large que le diamètre de la tête de vis.
 La colonne II s'applique aux écrous et aux vis serrés au moyen d'un tournevis.
 La colonne III s'applique aux écrous et aux vis qui peuvent être serrés par des moyens autres qu'un tournevis.

8.2.4.3 Essais de détérioration et de desserrage accidentel des conducteurs (essai de flexion)

Cet essai est applicable aux bornes destinées au raccordement de conducteurs ronds en cuivre, non préparés, et dont le nombre, la section et le type (souple et/ou rigide (à âme massive et/ou câblée)) sont spécifiés par le constructeur.

Note. — Un essai approprié pour les conducteurs plats en cuivre peut être effectué par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Les essais suivants doivent être effectués sur deux échantillons à l'état neuf avec:

- le nombre maximal de conducteurs de la section la plus petite raccordés à la borne;
- le nombre maximal de conducteurs de la section la plus grande raccordés à la borne;
- le nombre maximal de conducteurs de la plus petite et de la plus grande section raccordés ensemble à la borne.

Les bornes destinées au raccordement, soit de conducteurs souples, soit de conducteurs rigides (à âme massive et/ou câblée) doivent être essayées avec chaque type de conducteur avec des jeux d'échantillons différents.

Les bornes destinées au raccordement simultané de conducteurs souples et de conducteurs rigides (à âme massive et/ou câblée) doivent être essayées comme indiqué en c) ci-dessus.

L'essai est à effectuer avec un dispositif d'essai convenable. Le nombre spécifié de conducteurs doit être raccordé à la borne. Il est recommandé que la longueur des conducteurs d'essai soit supérieure de 75 mm à la hauteur H spécifiée au tableau V. Les vis de serrage doivent être serrées avec un couple de valeur conforme au tableau IV ou le couple précisé par le constructeur. L'appareil en essai doit être fixé comme le montre la figure 1.

TABLE IV

Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals

Diameter of thread (mm)		Tightening torque (N.m)		
Metric standard values	Range of diameter	I	II	III
2.5	≤ 2.8	0.2	0.4	0.4
3.0	> 2.8 up to and including 3.0	0.25	0.5	0.5
—	> 3.0 up to and including 3.2	0.3	0.6	0.6
3.5	> 3.2 up to and including 3.6	0.4	0.8	0.8
4	> 3.6 up to and including 4.1	0.7	1.2	1.2
4.5	> 4.1 up to and including 4.7	0.8	1.8	1.8
5	> 4.7 up to and including 5.3	0.8	2.0	2.0
6	> 5.3 up to and including 6.0	1.2	2.5	3.0
8	> 6.0 up to and including 8.0	2.5	3.5	6.0
10	> 8.0 up to and including 10.0	—	4.0	10.0
12	> 10 up to and including 12	—	—	14.0
14	> 12 up to and including 15	—	—	19.0
16	> 15 up to and including 20	—	—	25.0
20	> 20 up to and including 24	—	—	36.0
24	> 24	—	—	50.0
Column I applies to screws without heads which, when tightened, do not protrude from the hole, and to other screws which cannot be tightened by means of a screwdriver with a blade wider than the root diameter of the screw. Column II applies to nuts and screws which are tightened by means of a screwdriver. Column III applies to nuts and screws which can be tightened by means other than a screwdriver.				

8.2.4.3 Testing for damage to and accidental loosening of conductors (flexion test)

The test applies to terminals for the connection of unprepared round copper conductors, of number, cross-section and type (flexible and/or rigid (stranded and/or solid)), specified by the manufacturer.

Note. — An appropriate test for flat copper conductors may be made by agreement between manufacturer and user.

The following tests shall be carried out using two new samples with:

- the maximum number of conductors of the smallest cross-section connected to the terminal;
- the maximum number of conductors of the largest cross-section connected to the terminal;
- the maximum number of conductors of the smallest and largest cross-sections connected to the terminal.

Terminals intended for connection of either flexible or rigid (solid and/or stranded) conductors shall be tested with each type of conductor with different sets of samples.

Terminals intended for connection of both flexible or rigid (solid and/or stranded) conductors simultaneously shall be tested as stated in *c*) above.

The test is to be carried out with suitable test equipment. The specified number of conductors shall be connected to the terminal. The length of the test conductors should be 75 mm longer than the height *H* specified in Table V. The clamping screws shall be tightened with a torque in accordance with Table IV or with the torque specified by the manufacturer. The device tested shall be secured as shown in Figure 1.

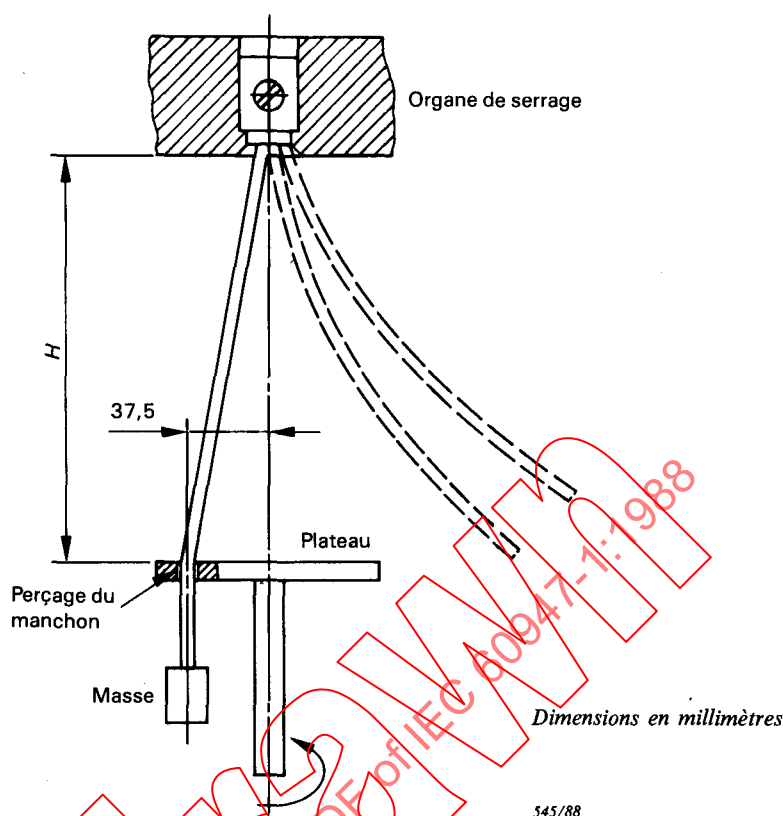


FIG. 1. — Dispositif d'essai pour l'essai de flexion.

Chaque conducteur est soumis à des mouvements circulaires, conformément à la procédure suivante.

L'extrémité du conducteur à l'essai doit passer par un manchon de taille appropriée dans un plateau, situé sous la borne du matériel, à une hauteur H donnée au tableau V. Les autres conducteurs doivent être ployés pour ne pas influencer le résultat de l'essai. Le manchon doit être positionné dans le plateau horizontal ayant le même axe que le conducteur. Le manchon doit être déplacé de manière que son axe décrive un cercle de 75 mm de diamètre autour de son axe à $10^{\text{tr}}/\text{min} \pm 2^{\text{tr}}/\text{min}$. La distance entre l'entrée de la borne et la surface supérieure du manchon doit être égale à la hauteur H du tableau V ± 13 mm. Le manchon doit être lubrifié pour éviter de coincer, tordre ou faire tourner le conducteur isolé. Une masse de valeur spécifiée au tableau V doit être suspendue à l'extrémité du conducteur. L'essai doit comporter 135 rotations continues.

Au cours de l'essai, le conducteur ne doit ni glisser hors de la borne ni se casser à proximité de l'organe de serrage.

Immédiatement après l'essai de flexion, chaque conducteur en essai doit être soumis à l'essai du paragraphe 8.2.4.4 (essai de traction), dans le dispositif d'essai.

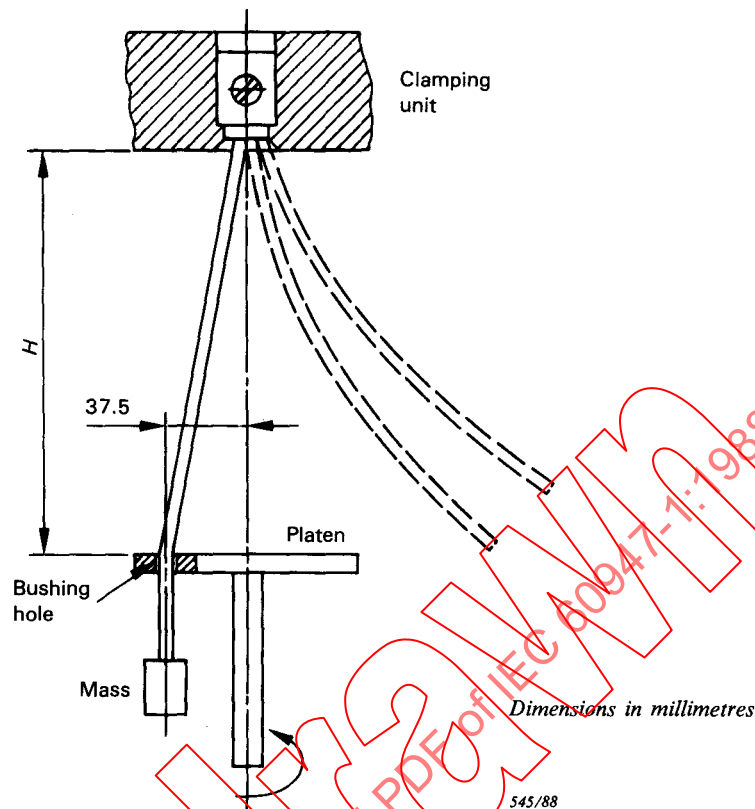


FIG. 1. — Test equipment for flexion test.

Each conductor is subjected to circular motions according to the following procedure:

The end of the conductor under test shall be passed through an appropriate size bushing in a platen positioned at a height H below the equipment terminal, as given in Table V. The other conductors shall be bent in order not to influence the result of the test. The bushing shall be positioned in the horizontal platen concentric with the conductor. The bushing shall be moved so that its centre-line describes a circle of 75 mm diameter about its centre in the horizontal plane at $10 \text{ rpm} \pm 2 \text{ rpm}$. The distance between the mouth of the terminal and the upper surface of the bushing shall be within 13 mm of the height H in Table V. The bushing is to be lubricated to prevent binding, twisting or rotation of the insulated conductor. A mass as specified in Table V is to be suspended from the end of the conductor. The test shall consist of 135 continuous revolutions.

During the test, the conductor shall neither slip out of the terminal nor break near the clamping unit.

Immediately after the flexion test, each conductor under test shall be submitted in the test equipment to the test of Sub-clause 8.2.4.4 (pull-out test).

TABLEAU V

Grandeurs d'essai pour les essais de flexion et de traction des conducteurs ronds en cuivre

Section du conducteur		Diamètre de perçage du manchon *	Hauteur $H \pm 13$ mm	Masse	Effort de traction
(mm ²)	(AWG/MCM)		(mm)	(kg)	(N)
0,2 —	24 22	6,4 6,4	260 260	0,3 0,3	10 20
0,5 0,75	20 18	6,4 6,4	260 260	0,3 0,4	30 30
1,0 1,5	— 16	6,4 6,4	260 260	0,4 0,4	35 40
2,5 4,0	14 12	9,5 9,5	279 279	0,7 0,9	50 60
6,0 10	10 8	9,5 9,5	279 279	1,4 2,0	80 90
16 25	6 4	12,7 12,7	298 298	2,9 4,5	100 135
— 35	3 2	14,3 14,3	318 318	5,9 6,8	156 190
— 50	1 0	15,9 15,9	343 343	8,6 9,5	236 236
70 95	00 000	19,1 19,1	368 368	10,4 14	285 351
— 120	0000 250	19,1 22,2	368 406	14 14	427 427
150 185	300 350	22,2 25,4	406 432	15 16,8	427 503
— 240	400 500	25,4 28,6	432 464	16,8 20	503 578
300	600	28,6	464	22,7	578

* Si un manchon de diamètre de perçage donné ne permet pas de recevoir le conducteur sans le coincer, on peut utiliser un manchon de diamètre de perçage immédiatement supérieur.

8.2.4.4 Essai de traction

8.2.4.4.1 Conducteurs ronds en cuivre

Après l'essai du paragraphe 8.2.4.3, un effort de traction conforme au tableau V doit être appliqué au conducteur essayé suivant le paragraphe 8.2.4.3.

Les vis de serrage ne doivent pas être serrées à nouveau pour cet essai.

Cet effort doit être appliqué sans secousses pendant une minute.

Au cours de l'essai, le conducteur ne doit ni glisser hors de la borne ni se casser à proximité de l'organe de serrage.

8.2.4.4.2 Conducteurs plats en cuivre

Un conducteur de longueur convenable doit être fixé à la borne et un effort de traction conforme au tableau VI doit être appliqué sans secousse pendant une minute dans le sens inverse de celui de l'insertion du conducteur.

TABLE V

Test values for flexion and pull-out tests for round copper conductors

Conductor cross-section		Diameter of bushing hole *	Height $H \pm 13$ mm	Mass	Pulling force
(mm ²)	(AWG/MCM)				
0.2	24	6.4	260	0.3	10
—	22	6.4	260	0.3	20
0.5	20	6.4	260	0.3	30
0.75	18	6.4	260	0.4	30
1.0	—	6.4	260	0.4	35
1.5	16	6.4	260	0.4	40
2.5	14	9.5	279	0.7	50
4.0	12	9.5	279	0.9	60
6.0	10	9.5	279	1.4	80
10	8	9.5	279	2.0	90
16	6	12.7	298	2.9	100
25	4	12.7	298	4.5	135
—	3	14.3	318	5.9	156
35	2	14.3	318	6.8	190
—	1	15.9	343	8.6	236
50	0	15.9	343	9.5	236
70	00	19.1	368	10.4	285
95	000	19.1	368	14	351
—	0000	19.1	368	14	427
120	250	22.2	406	14	427
150	300	22.2	406	15	427
185	350	25.4	432	16.8	503
—	400	25.4	432	16.8	503
240	500	28.6	464	20	578
300	600	28.6	464	22.7	578

* If a bushing with the hole diameter given is not adequate to accommodate the conductor without binding, a bushing having the next largest hole may be used.

8.2.4.4 Pull-out test

8.2.4.4.1 Round copper conductors

Following the test of Sub-clause 8.2.4.3, the pulling force given in Table V shall be applied to the conductor tested in accordance with Sub-clause 8.2.4.3.

The clamping screws shall not be tightened again for this test.

The force shall be applied without jerks for one minute.

During the test, the conductor shall neither slip out of the terminal nor break near the clamping unit.

8.2.4.4.2 Flat copper conductors

A suitable length of conductor shall be secured in the terminal and the pulling force given in Table VI applied without jerks for one minute in a direction opposite to that of the insertion of the conductor.

Au cours de l'essai, le conducteur ne doit ni glisser hors de la borne ni se casser à proximité de l'organe de serrage.

TABLEAU VI

*Grandeurs d'essai pour l'essai de traction
des conducteurs plats en cuivre*

Largeur maximale des conducteurs plats (mm)	Effort de traction (N)
12	100
14	120
16	160
20	180
25	220
30	280

8.2.4.5 *Essai d'insertion des conducteurs ronds en cuivre non préparés de la section maximale spécifiée*

8.2.4.5.1 *Modalités de l'essai*

L'essai doit être effectué avec les gabarits spécifiés au tableau VII. Le tampon de mesure du gabarit doit pouvoir pénétrer dans l'ouverture de la borne sous l'effet du poids du gabarit, jusqu'à occuper toute la profondeur de la borne (voir également la note du tableau VII).

During the test, the conductor shall neither slip out of the terminal nor break near the clamping unit.

TABLE VI

*Test values for pull-out test
for flat copper conductors*

Maximum width of flat conductors (mm)	Pulling force (N)
12	100
14	120
16	160
20	180
25	220
30	280

8.2.4.5 *Test for insertability of unprepared round copper conductors having the maximum specified cross-section*

8.2.4.5.1 *Test procedure*

The test shall be carried out with the gauges specified in Table VII. The measuring section of the gauge shall be able to penetrate into the terminal aperture under the weight of the gauge to the full depth of the terminal (see also Note to Table VII).

TABLEAU VII

Sections maximales des conducteurs et gabarits correspondants

Section des conducteurs		Gabarits (voir figure 2)			
Souples (mm ²)	Rigides (à âme massive ou câblée) (mm ²)	Forme et désignation	Diamètre <i>a</i> (mm)	Largeur <i>b</i> (mm)	Tolérances admissibles pour <i>a</i> et <i>b</i> (mm)
1,5	1,5	A1	2,4	1,5	0 - 0,05
2,5	2,5	A2	2,8	2,2	
2,5	4	A3	2,8	2,4	
4	6	A4	3,6	3,1	0 - 0,06
6	10	A5	4,3	4,0	
10	16	B6	5,3	—	
16	25	B7	6,9	—	0 - 0,07
25	35	B8	8,7	—	
35	50	B9	10,0	—	
50	70	B10	12,0	—	0 - 0,08
70	95	B11	14,0	—	
95	120	B12	16,0	—	
120	150	B13	18,0	—	
150	185	B14	20,0	—	
185	240	B15	22,0	—	0 - 0,09
240	300	B16	26,0	—	

Note. — Pour les sections de conducteurs autres que celles qui figurent à ce tableau, on peut utiliser comme gabarit un conducteur non préparé de section approprié avec une force d'insertion inférieure ou égale à 5 N.

8.2.4.5.2 Réalisation des gabarits

La réalisation des gabarits est représentée dans la figure 2.

Les dimensions *a* et *b* et les tolérances admissibles sont indiquées dans le tableau VII. Le tampon de mesure du gabarit doit être en acier à calibre.

TABLE VII

Maximum conductor cross-sections and corresponding gauges

Conductor cross-section		Gauge (see Figure 2)			
Flexible conductors (mm ²)	Rigid conductors (solid or stranded) (mm ²)	Form and marking	Diameter <i>a</i> (mm)	Width <i>b</i> (mm)	Permissible deviations for <i>a</i> and <i>b</i> (mm)
1.5	1.5	A1	2.4	1.5	0 -0.05
2.5	2.5	A2	2.8	2.2	
2.5	4	A3	2.8	2.4	
4	6	A4	3.6	3.1	0 -0.06
6	10	A5	4.3	4.0	
10	16	B6	5.3	—	
16	25	B7	6.9	—	0 -0.07
25	35	B8	8.7	—	
35	50	B9	10.0	—	
50	70	B10	12.0	—	0 -0.08
70	95	B11	14.0	—	
95	120	B12	16.0	—	
120	150	B13	18.0	—	
150	185	B14	20.0	—	
185	240	B15	22.0	—	0 -0.09
240	300	B16	26.0	—	

Note. — For conductor cross-sections other than those given in the table, an unprepared conductor of appropriate cross-section may be used as the gauge, the force of insertion being not greater than 5 N.

8.2.4.5.2 Construction of gauges

The construction of the gauges is shown in Figure 2.

Details of dimensions *a* and *b* and their permissible deviations are shown in Table VII. The measuring section of the gauge shall be made from gauge steel.

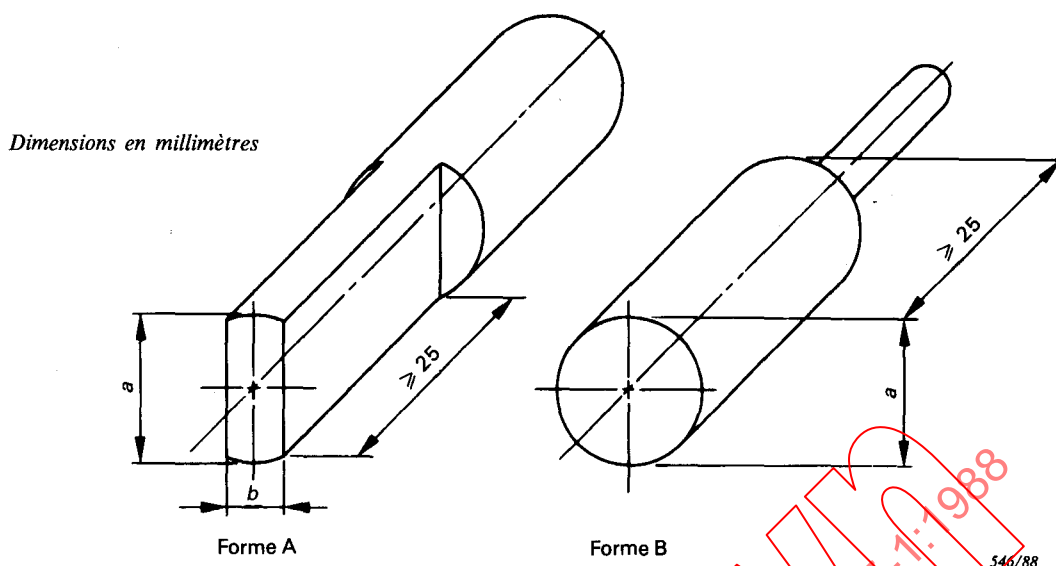


FIG. 2. — Gabarits de forme A et de forme B.

8.2.4.6 Essai d'insertion de conducteurs plats de section rectangulaire (A l'étude.)

8.2.5 Vérification de la robustesse du mécanisme transmetteur et de l'indicateur de position des matériels aptes au sectionnement (A l'étude.)

8.3 Fonctionnement

8.3.1 Séquences d'essais

La norme de matériel correspondante doit spécifier, s'il y a lieu, les séquences d'essais auxquelles est soumis le matériel.

8.3.2 Conditions générales pour les essais

8.3.2.1 Prescriptions générales

Le matériel à essayer doit être conforme, dans tous ses détails essentiels, aux plans du type qu'il représente.

Sauf spécification contraire de la norme de matériel correspondante, chaque essai ou séquence d'essais doit être effectué sur un matériel propre et neuf.

Sauf indication contraire, les essais doivent être effectués avec la même sorte de courant (et, dans le cas du courant alternatif, avec la même fréquence assignée et avec le même nombre de phases) que celui du service prévu.

La norme de matériel correspondante doit préciser les valeurs des grandeurs d'essai qui ne sont pas spécifiées dans la présente norme.

Si, pour faciliter un essai, il apparaît souhaitable d'en augmenter la sévérité (par exemple adopter une cadence de manœuvres plus élevée en vue de réduire la durée de l'essai), l'accord préalable du constructeur est nécessaire.

Le matériel à essayer doit être monté complet sur son propre support ou un support équivalent et raccordé comme en service normal, conformément aux instructions du constructeur et aux conditions ambiantes définies au paragraphe 6.1.

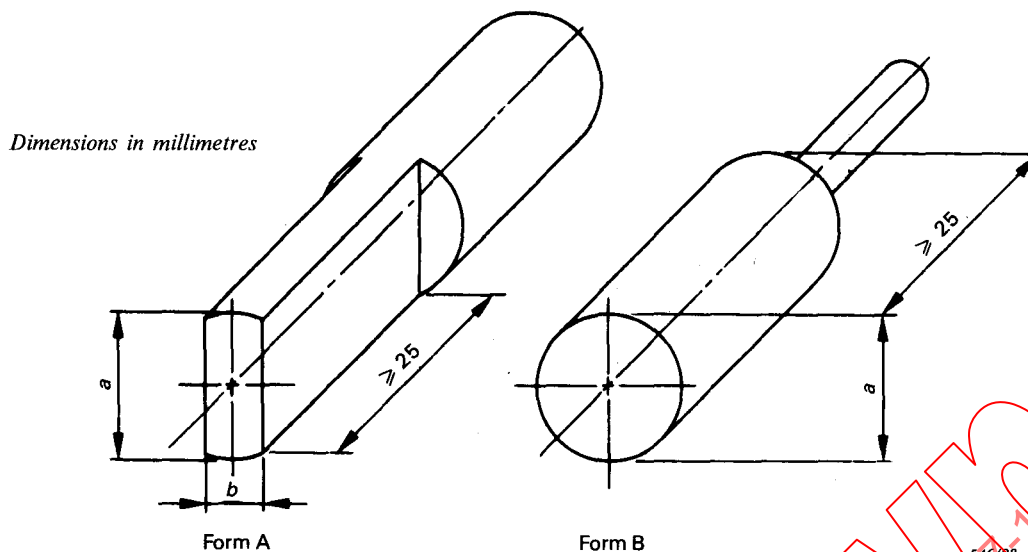


FIG. 2. — Gauges of form A and form B.

8.2.4.6 Test for insertability of flat conductors with rectangular cross-section

(Under consideration.)

8.2.5 Verification of strength of actuating system and position indicator of equipment suitable for isolation

(Under consideration.)

8.3 Performance

8.3.1 Test sequences

Where applicable, the relevant product standard shall specify the test sequences to which the equipment is to be submitted.

8.3.2 General test conditions

8.3.2.1 General requirements

The equipment to be tested shall agree in all its essential details with the design of the type which it represents.

Unless otherwise stated in the relevant product standard, each test, whether individual or test sequence, shall be made on equipment in a clean and new condition.

Unless otherwise stated, the tests shall be made with the same kind of current (and, in the case of a.c., at the same rated frequency and with the same number of phases) as in the intended service.

The relevant product standard shall specify those values of test quantities not specified in this standard.

If, for convenience of testing, it appears desirable to increase the severity of a test (e.g. to adopt a higher rate of operation in order to reduce the duration of the test), this may be done only with the consent of the manufacturer.

Equipment under test shall be mounted complete on its own support or an equivalent support and connected as in normal service, in accordance with the manufacturer's instructions and under the ambient conditions stated in Sub-clause 6.1.

Le matériel sous enveloppe doit être monté complet et toutes les ouvertures normalement fermées en service doivent être fermées pour les essais. Le matériel destiné à être utilisé dans une enveloppe individuelle doit être essayé dans la plus petite de ces enveloppes précisée par le constructeur.

Note. — Une enveloppe individuelle est une enveloppe conçue et dimensionnée pour contenir un seul matériel.

Le matériel qui n'est pas prévu pour être utilisé dans une enveloppe individuelle doit être essayé à l'air libre. Dans ce cas, sauf spécification contraire de la norme de matériel correspondante, pour les essais relatifs aux pouvoirs de fermeture et de coupure et au fonctionnement en condition de court-circuit, un écran en grillage métallique doit être placé aux endroits susceptibles d'être le siège de manifestations extérieures pouvant provoquer un amorçage, en respectant les dispositions et les distances spécifiées par le constructeur. Les détails de ce montage, y compris les distances du matériel en essai au grillage métallique, doivent figurer au compte rendu d'essai.

L'entretien ou le remplacement de pièces n'est pas autorisé, sauf prescription contraire de la norme de matériel correspondante.

Avant de commencer un essai, le matériel peut être manœuvré à vide.

Pour les essais, le mécanisme transmetteur des appareils mécaniques de connexion doit être actionné comme pour l'usage auquel il est destiné, suivant les indications du constructeur et aux valeurs assignées des grandeurs de commande (telles que tension ou pression), sauf spécification contraire de la présente norme ou de la norme de matériel correspondante.

8.3.2.2 Grandeurs d'essai

8.3.2.2.1 Valeurs des grandeurs d'essai

Tous les essais doivent être effectués avec les valeurs de grandeurs d'essai correspondant aux caractéristiques assignées fixées par le constructeur, conformément aux tableaux et données correspondants de la norme de matériel correspondante.

8.3.2.2.2 Tolérances sur les grandeurs d'essai

Les valeurs consignées dans le compte rendu d'essai doivent être dans les tolérances indiquées au tableau VIII, sauf spécification contraire des paragraphes correspondants. Toutefois, avec l'accord du constructeur, les essais peuvent être effectués dans des conditions plus sévères que celles spécifiées.

TABLEAU VIII

Tolérances sur les grandeurs d'essai

Tous essais	Essais à vide et en conditions normales de charge et surcharge	Essais en conditions de court-circuit
— courant: $\begin{smallmatrix} +5\% \\ 0 \end{smallmatrix}$	— facteur de puissance: $\pm 0,05$	— facteur de puissance: $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,05 \end{smallmatrix}$
— tension: $\begin{smallmatrix} +5\% \\ 0 \end{smallmatrix}$	— constante de temps: $\begin{smallmatrix} +15\% \\ 0 \end{smallmatrix}$	— constante de temps: $\begin{smallmatrix} +25\% \\ 0 \end{smallmatrix}$
(y compris la tension de rétablissement à fréquence industrielle)	— fréquence: $\pm 5\%$	— fréquence: $\pm 5\%$

Notes 1. — Les tolérances ci-dessus ne s'appliquent pas lorsque des limites minimales et/ou maximales de fonctionnement sont précisées dans la norme de matériel.

2. — Par accord entre le constructeur et l'utilisateur, les essais effectués à 50 Hz peuvent être acceptés pour un fonctionnement à 60 Hz et vice versa.

Enclosed equipment shall be mounted complete and any opening normally closed in service shall be closed for tests. Equipment intended for use in an individual enclosure shall be tested in the smallest of such enclosures stated by the manufacturer.

Note. — An individual enclosure is an enclosure designed and dimensioned to contain one equipment only.

Equipment not intended to be used in an individual enclosure shall be tested in free air. In this case, unless otherwise specified in the relevant product standard, for tests concerning making and breaking capacities and performance under short-circuit conditions, a wire mesh shall be placed at all points of the equipment likely to be a source of external phenomena capable of producing a breakdown, in accordance with the arrangements and distances specified by the manufacturer. Details, including distance from the equipment under test to the wire-mesh, shall be stated in the test report.

Maintenance or replacement of parts is not permitted, unless otherwise specified in the relevant product standard.

The equipment may be operated without load prior to beginning a test.

For the tests, the actuating system of mechanical switching devices shall be operated as for the intended use in service stated by the manufacturer and at the rated values of control quantities (such as voltage or pressure), unless otherwise specified in this standard or the relevant product standard.

8.3.2.2 Test quantities

8.3.2.2.1 Values of test quantities

All the tests shall be made with the values of test quantities corresponding to the ratings assigned by the manufacturer, in accordance with the relevant tables and data of the relevant product standard.

8.3.2.2.2 Tolerances on test quantities

The test recorded in the test report shall be within the tolerances given in Table VIII, unless otherwise specified in the relevant sub-clauses. However, with the agreement of the manufacturer, the tests may be made under more severe conditions than those specified.

TABLE VIII
Tolerances on test quantities

All tests	Tests under no load, normal load and overload conditions	Tests under short- circuit conditions
— Current: $\begin{smallmatrix} +5\% \\ 0 \end{smallmatrix}$ — Voltage: $\begin{smallmatrix} +5\% \\ 0 \end{smallmatrix}$ (including power frequency recovery voltage)	— Power factor: ± 0.05 — Time-constant: $\begin{smallmatrix} +15\% \\ 0 \end{smallmatrix}$ — Frequency: $\pm 5\%$	— Power factor: $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$ — Time-constant: $\begin{smallmatrix} +25\% \\ 0 \end{smallmatrix}$ — Frequency: $\pm 5\%$

Notes 1. — Where maximum and/or minimum operating limits are stated in the product standard, the above tolerances do not apply.

2. — By agreement between manufacturer and user, tests made at 50 Hz may be accepted for operation at 60 Hz and vice-versa.

8.3.2.2.3 Tension de rétablissement

a) Tension de rétablissement à fréquence industrielle

Pour tous les essais de pouvoir de coupure et de pouvoir de coupure en court-circuit, la valeur de la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être 1,05 fois la valeur de la tension assignée d'emploi fixée par le constructeur ou spécifiée dans la norme de matériel correspondante.

Notes 1. — La valeur de la tension de rétablissement à fréquence industrielle égale à 1,05 fois la tension assignée d'emploi est réputée compenser les effets des variations de la tension du réseau dans les conditions normales de service.

2. — Ceci peut demander d'augmenter la tension appliquée mais la tolérance sur la valeur maximale de crête du courant établi présumé ne doit normalement pas être dépassée sans l'accord du constructeur.

3. — La limite supérieure de la tension de rétablissement à fréquence industrielle peut être augmentée avec l'accord du constructeur (voir paragraphe 8.3.2.2.2).

b) Tension transitoire de rétablissement

Les tensions transitoires de rétablissement, lorsqu'elles sont mentionnées dans la norme de matériel correspondante, sont déterminées conformément au paragraphe 8.3.3.5.2.

8.3.2.3 Interprétation des résultats d'essais

Le comportement du matériel au cours des essais et son état après les essais doivent être spécifiés dans la norme de matériel correspondante. Pour les essais de court-circuit, voir aussi les paragraphes 8.3.4.1.7 et 8.3.4.1.9.

8.3.2.4 Comptes rendus d'essais

Le constructeur doit être prêt à communiquer les comptes rendus écrits des essais de type prouvant la conformité à la norme de matériel correspondante. Les détails des dispositions d'essai, tels que le type et la taille de l'enveloppe, s'il y a lieu, les dimensions des conducteurs, les distances des parties actives à l'enveloppe ou aux parties normalement reliées à la terre en service et la méthode utilisée pour actionner le mécanisme transmetteur, etc., doivent être mentionnés dans le compte rendu d'essai.

Les valeurs et paramètres d'essai doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

8.3.3 Fonctionnement à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge

8.3.3.1 Manœuvre

Des essais doivent être effectués pour vérifier que le matériel manœuvre correctement suivant les prescriptions du paragraphe 7.2.1.1.

8.3.3.2 Limites de fonctionnement

8.3.3.2.1 Matériels manœuvrés par une source d'énergie extérieure

Il faut vérifier que le matériel s'ouvre et se ferme correctement entre les valeurs limites des grandeurs de commande, telles que tension, courant, pression d'air et température, spécifiées dans la norme de matériel correspondante. Les essais sont effectués sans courant dans les circuits principaux, sauf spécification contraire.

8.3.3.2.2 Relais et déclencheurs

Les limites de fonctionnement des relais et des déclencheurs doivent satisfaire aux prescriptions des paragraphes 7.2.1.3, 7.2.1.4 et 7.2.1.5, et être vérifiées suivant les modalités d'essai définies dans la norme de matériel correspondante.

Pour les relais et déclencheurs à minimum de tension, voir le paragraphe 7.2.1.3.

Pour les déclencheurs shunt, voir le paragraphe 7.2.1.4.

Pour les relais et déclencheurs à manœuvre par variation de courant, voir le paragraphe 7.2.1.5.

8.3.2.2.3 *Recovery voltage*

a) *Power-frequency recovery voltage*

For all breaking capacity and short-circuit breaking capacity tests, the value of the power-frequency recovery voltage shall be 1.05 times the value of the rated operational voltage as assigned by the manufacturer or as specified in the relevant product standard.

- Notes* 1. — The value of 1.05 times the rated operational voltage for the power-frequency recovery voltage is deemed to cover the effects of the variations of the system voltage under normal service conditions.
2. — This may require that the applied voltage be increased but the prospective peak making current should not be exceeded without the consent of the manufacturer.
3. — The upper limit of the power-frequency recovery voltage may be increased with the approval of the manufacturer (see Sub-clause 8.3.2.2.2).

b) *Transient recovery voltage*

Transient recovery voltages, where required in the relevant product standard, are determined according to Sub-clause 8.3.3.5.2.

8.3.2.3 *Evaluation of test results*

Behaviour of the equipment during the tests and its condition after the tests shall be specified in the relevant product standard. For short-circuit tests, see also Sub-clauses 8.3.4.1.7 and 8.3.4.1.9.

8.3.2.4 *Test reports*

Written reports on type tests proving compliance with the relevant product standard shall be made available by the manufacturer. The details of test arrangements such as type and size of the enclosure, if any, size of conductors, distance from the live parts to the enclosure or to parts normally earthed in service, method of operation of the actuating system, etc., shall be given in the test report.

Test values and parameters shall form part of the test report.

8.3.3 *Performance under no load, normal load and overload conditions*

8.3.3.1 *Operation*

Tests shall be made to verify that the equipment operates correctly according to the requirements of Sub-clause 7.2.1.1.

8.3.3.2 *Operating limits*

8.3.3.2.1 *Power operated equipment*

It shall be verified that the equipment opens and closes correctly within the limiting values of the control quantities, such as voltage, current, air pressure and temperatures, specified in the relevant product standard. Tests are made with no current flowing through the main circuit, unless otherwise specified.

8.3.3.2.2 *Relays and releases*

The operating limits of relays and releases shall comply with the requirements of Sub-clauses 7.2.1.3, 7.2.1.4 and 7.2.1.5 and shall be verified according to the test procedure defined in the relevant product standard.

For undervoltage relays and releases, see Sub-clause 7.2.1.3.

For shunt releases, see Sub-clause 7.2.1.4.

For current operated relays and releases, see Sub-clause 7.2.1.5.

8.3.3.3 *Echauffement*

8.3.3.3.1 *Température de l'air ambiant*

La température de l'air ambiant doit être enregistrée pendant le dernier quart de la période d'essai au moyen d'au moins deux capteurs de température, par exemple thermomètres ou couples thermo-électriques, disposés régulièrement autour du matériel à environ la moitié de sa hauteur et à une distance d'environ 1 m du matériel. Les capteurs de température doivent être protégés contre les courants d'air, les radiations de chaleur et les erreurs d'indication dues à des variations brusques de température.

Au cours des essais, la température de l'air ambiant doit être comprise entre +10 °C et +40 °C et ne doit pas varier de plus de 10 K.

Toutefois, si cette variation dépasse 3 K, il convient d'appliquer à la température mesurée des organes un facteur de correction approprié, fonction de la constante de temps thermique du matériel.

8.3.3.3.2 *Mesure de la température des organes*

Pour les organes autres que les bobines, la température des différents organes doit être mesurée, au moyen de capteurs de température appropriés, aux points les plus susceptibles d'atteindre la température maximale; ces points doivent être mentionnés dans le compte rendu d'essai.

La température de l'huile des matériels immergés dans l'huile doit être mesurée à la partie supérieure de l'huile; cette mesure peut être effectuée à l'aide d'un thermomètre.

Les capteurs de température ne doivent pas influencer l'échauffement de façon notable.

Une bonne conductivité thermique doit être assurée entre les capteurs de température et la surface de l'organe en essai.

Pour les bobines des électro-aimants, la méthode de mesure de la température par variation de résistance doit généralement être employée. L'emploi d'autres méthodes n'est admis que s'il est pratiquement impossible d'utiliser la méthode par variation de résistance.

La température des bobines avant le début de l'essai ne doit pas différer de plus de 3 K de celle du milieu environnant.

Pour les conducteurs en cuivre, la valeur de la température à chaud T_2 peut être déduite de celle de la température à froid T_1 au moyen de la formule suivante, en fonction du rapport de la résistance à chaud R_2 à la résistance à froid R_1 :

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (T_1 + 234,5) - 234,5$$

où T_1 et T_2 sont exprimés en degrés Celsius.

L'essai doit être effectué pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi, mais ne dépassant pas 8 h. Un régime est supposé être établi lorsque la variation n'excède pas 1 K par heure.

8.3.3.3.3 *Echauffement d'un organe*

L'échauffement d'un organe est la différence entre la température de cet organe, mesurée conformément au paragraphe 8.3.3.3.2, et la température de l'air ambiant, mesurée conformément au paragraphe 8.3.3.3.1.

8.3.3.3.4 *Echauffement du circuit principal*

Le matériel doit être monté comme spécifié au paragraphe 8.3.2.1 et doit être protégé contre des échauffements ou des refroidissements anormaux venant de l'extérieur.

8.3.3.3 *Temperature-rise*

8.3.3.3.1 *Ambient air temperature*

The ambient air temperature shall be recorded during the last quarter of the test period by at least two temperature sensing means, e.g. thermometers or thermocouples, equally distributed around the equipment at about half its height and at a distance of about 1 m from the equipment. The temperature sensing means shall be protected against air currents, heat radiation and indicating errors due to rapid temperature changes.

During the tests, the ambient air temperature shall be between +10 °C and +40 °C and shall not vary by more than 10 K.

However, if the variation of the ambient air temperature exceeds 3 K, an appropriate correction factor should be applied to the measured temperature of the parts, depending on the thermal time-constant of the equipment.

8.3.3.3.2 *Measurement of the temperature of parts*

For parts other than coils, the temperature of the different parts shall be measured by suitable temperature sensing means at those points most likely to attain the maximum temperature; these points shall be stated in the test report.

The oil temperature of oil-immersed equipment shall be measured at the upper part of the oil; this measurement may be made by means of a thermometer.

The temperature sensing means shall not significantly affect the temperature-rise.

Good thermal conductivity between the temperature sensing means and the surface of the part under test shall be ensured.

For electromagnet coils, the method of measuring the temperature by variation of resistance shall generally be used. Other methods are permitted only if it is impracticable to use the resistance method.

The temperature of the coils before beginning the test shall not differ from that of the surrounding medium by more than 3 K.

For copper conductors, the value of the hot temperature T_2 may be obtained from the value of the cold temperature T_1 as a function of the ratio of the hot resistance R_2 to the cold resistance R_1 by the following formula:

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (T_1 + 234.5) - 234.5$$

where T_1 and T_2 are expressed in degrees Celsius.

The test shall be made for a time sufficient for the temperature-rise to reach a steady-state value, but not exceeding 8 h. It is assumed that a steady-state is reached when the variation does not exceed 1 K per hour.

8.3.3.3.3 *Temperature-rise of a part*

The temperature-rise of a part is the difference between the temperature of the part measured in accordance with Sub-clause 8.3.3.3.2 and the ambient air temperature measured in accordance with Sub-clause 8.3.3.3.1.

8.3.3.3.4 *Temperature-rise of the main circuit*

The equipment shall be mounted as specified in Sub-clause 8.3.2.1 and shall be protected against abnormal external heating or cooling.

Le matériel muni d'une enveloppe intégrée et le matériel destiné à fonctionner avec une enveloppe d'un type spécifié doivent être essayés dans leur enveloppe pour l'essai de courant thermique conventionnel. Il ne doit exister aucune ouverture donnant une ventilation n'existant pas en service.

Le matériel destiné à être utilisé avec plusieurs types d'enveloppes doit être essayé, soit dans la plus petite enveloppe déclarée convenable par le constructeur, soit sans enveloppe. Si le matériel est essayé sans enveloppe, le constructeur doit être en mesure de préciser une valeur de courant thermique conventionnel sous enveloppe (voir paragraphe 4.3.2.2).

Pour les essais en courant polyphasé, le courant doit être équilibré dans chaque phase à $\pm 5\%$ et la moyenne de ces courants ne doit pas être inférieure au courant d'essai approprié.

Sauf spécification contraire de la norme de matériel correspondante, l'essai d'échauffement du circuit principal est effectué à l'un des deux courants thermiques conventionnels définis aux paragraphes 4.3.2.1 et 4.3.2.2 et peut être effectué sous toute tension convenable.

Lorsque les échanges thermiques entre le circuit principal, le circuit de commande et les circuits auxiliaires peuvent être notables, les essais d'échauffement précisés aux paragraphes 8.3.3.3.4, 8.3.3.3.5, 8.3.3.3.6 et 8.3.3.3.7 doivent être effectués simultanément, dans la mesure où le permet la norme de matériel correspondante.

Le matériel prévu pour le courant continu peut être essayé en courant alternatif s'il en résulte une plus grande facilité d'essai, mais seulement après accord du constructeur.

Dans le cas du matériel multipolaire ayant des pôles identiques et essayé en courant alternatif, et sous réserve de l'accord du constructeur, l'essai peut être effectué en courant monophasé, tous les pôles étant reliés en série, pourvu que les effets magnétiques puissent être négligés.

Dans le cas du matériel tripolaire ayant un pôle neutre différent des pôles de phases, l'essai doit comprendre:

- un essai en courant triphasé sur les trois pôles identiques,
- un essai en courant monophasé sur le pôle neutre raccordé en série au pôle adjacent, la valeur des grandeurs d'essai étant déterminée en fonction de la valeur du courant thermique conventionnel du pôle neutre (voir paragraphe 7.1.8).

Le matériel muni de dispositifs de protection contre les courts-circuits doit être essayé conformément aux prescriptions de la norme de matériel correspondante.

A la fin de l'essai, l'échauffement des différentes parties du circuit principal ne doit pas excéder les valeurs figurant aux tableaux II et III, sauf spécification contraire de la norme de matériel correspondante.

Selon la valeur du courant thermique conventionnel, une des dispositions suivantes doit être utilisée pour les connexions d'essai:

- i) *Pour les valeurs de courant d'essai inférieures ou égales à 400 A:*
 - a) Les connexions doivent être des conducteurs de cuivre à âme unique, isolés au polychlorure de vinyle, dont les sections sont données au tableau IX.
 - b) Les connexions doivent être à l'air libre et séparées par une distance au moins égale à celle existant entre les bornes.
 - c) Pour les essais en courant monophasé ou polyphasé, la longueur minimale de toute connexion provisoire d'une borne du matériel à une autre borne, ou à la source ou à un point commun en montage étoile, doit être de:
 - 1 m pour les sections inférieures ou égales à 35 mm² (ou AWG 2);
 - 2 m pour les sections supérieures à 35 mm² (ou AWG 2).

Equipment having an integral enclosure and equipment only intended for use with a specified type of enclosure shall be tested in its enclosure for the conventional thermal current test. No opening giving false ventilation shall be allowed.

Equipment intended for use with more than one type of enclosure shall be tested either in the smallest enclosure stated by the manufacturer to be suitable or tested without an enclosure. If tested without an enclosure the manufacturer shall be prepared to state a value of conventional enclosed thermal current (see Sub-clause 4.3.2.2).

For tests with multiphase currents, the current shall be balanced in each phase within $\pm 5\%$, and the average of these currents shall be not less than the appropriate test current.

Unless otherwise specified in the relevant product standard, the temperature-rise test of the main circuit is made at one or both of the conventional thermal currents, as defined in Sub-clauses 4.3.2.1 and 4.3.2.2 and may be made at any convenient voltage.

When the heat exchange between the main circuit, the control circuit and the auxiliary circuits may be of significance, the temperature-rise tests stated in Sub-clauses 8.3.3.3.4, 8.3.3.3.5, 8.3.3.3.6 and 8.3.3.3.7 shall be made simultaneously, in so far as this is allowed by the relevant product standard.

Tests on d.c. rated equipment may be made with an a.c. supply for convenience of testing, but only with the consent of the manufacturer.

In the case of multipole equipment fitted with identical poles and tested with a.c. the test may be carried out, but subject to the manufacturer's agreement, with single-phase current with all poles connected in series provided that magnetic effects can be neglected.

In the case of three-pole equipment provided with a neutral pole different from the phase poles, the test shall comprise:

- a three-phase test on the three identical poles,
- a single-phase test on the neutral pole connected in series with the adjacent pole, the value of the test quantities being determined according to the value of the conventional thermal current of the neutral pole (see Sub-clause 7.1.8).

Equipment provided with short-circuit protective devices shall be tested according to the requirements given in the relevant product standard.

At the end of the test, the temperature-rise of the different parts of the main circuit shall not exceed the values given in Tables II and III, unless otherwise specified in the relevant product standard.

Depending on the value of the conventional thermal current, one of the following test connection arrangements shall be used:

i) *For values of test current up to and including 400 A:*

- a) The connections shall be single-core, PVC insulated, copper conductors with cross-sections as given in Table IX.
- b) The connections shall be in free air, and spaced at approximately the distance existing between the terminals.
- c) For single-phase or multi-phase tests the minimum length of any temporary connection from an equipment terminal to another terminal or to the test supply or to a star point shall be:
 - 1 m for cross-sections up to and including 35 mm² (or AWG 2);
 - 2 m for cross-sections larger than 35 mm² (or AWG 2).

ii) *Pour les valeurs de courant d'essai supérieures à 400 A mais ne dépassant pas 800 A :*

- a) Les connexions doivent être des conducteurs de cuivre à âme unique, isolés au polychlorure de vinyle dont les sections sont données au tableau X, ou des barres de cuivre équivalentes figurant au tableau XI, suivant les recommandations du constructeur.
- b) Les connexions spécifiées en a) doivent être séparées par une distance approximativement égale à celle existant entre les bornes. Les barres de cuivre doivent être peintes en noir mat. Les conducteurs multiples parallèles relatifs à une même borne doivent être groupés et disposés avec un espace d'air d'environ 10 mm entre chacun d'eux. Les barres multiples en cuivre relatives à une même borne doivent être séparées entre elles par 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 conducteurs ou les barres de cuivre ne doivent pas être en matériau feuilleté.
- c) Pour les essais en courant monophasé, la longueur minimale de toute connexion provisoire d'une borne du matériel à une autre borne ou à la source doit être de 2 m. La longueur minimale à un point commun en montage étoile peut être réduite à 1,2 m.

iii) *Pour les valeurs de courant d'essai supérieures à 800 A mais ne dépassant pas 3 150 A :*

- a) Les connexions doivent être des barres de cuivre des tailles indiquées dans le tableau XI à moins que le matériel ne soit prévu que pour être raccordé à des câbles. Dans ce cas, la taille et la disposition de ces câbles doivent être conformes aux instructions du constructeur.
- b) Les barres de cuivre doivent être séparées par une distance à peu près égale à celle existant entre les bornes. Les barres de cuivre doivent être peintes en noir mat. Les barres multiples en cuivre relatives à une même borne doivent avoir entre elles une distance à peu près 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 en matériau feuilleté.
- c) Pour les essais en courant monophasé ou polyphasé, la longueur minimale de toute connexion provisoire d'une borne du matériel à une autre borne ou à la source doit être de 3 m mais peut être réduite à 2 m à condition que, dans ce cas, l'échauffement de l'extrémité de la connexion, côté source, ne soit pas inférieur de plus de 5 K à l'échauffement du point milieu de la connexion. La longueur minimale d'une connexion au point d'un montage étoile doit être de 2 m.

iv) *Pour les valeurs du courant d'essai supérieures à 3 150 A :*

Un accord doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur sur tous les points particuliers de l'essai, tels que: type de la source d'alimentation, nombre de phases et fréquence (s'il y a lieu), section des connexions d'essai, etc. Ces renseignements doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

ii) *For values of test current higher than 400 A but not exceeding 800 A:*

- a) The connections shall be single-core, PVC insulated, copper conductors with cross-sectional areas as given in Table X, or the equivalent copper bars given in Table XI, as recommended by the manufacturer.
- b) The connections specified in a) shall be spaced at approximately the same distance as that between the terminals. Copper bars shall be painted matt black. Multiple parallel conductors 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, other bars having approximately the same cross-sections and approximately the same or smaller cooling areas may be used. Copper conductors or bars shall not be laminated.
- c) For single-phase or multi-phase tests the minimum length of any temporary connection from the equipment terminal to another terminal or to the test supply shall be 2 m. The minimum length to a star point may be reduced to 1.2 m.

iii) *For values of test current higher than 800 A but not exceeding 3 150 A:*

- a) The connections shall be copper bars of the sizes stated in Table XI, unless the equipment 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 same distance as that between the terminals. Copper bars shall be painted 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, other bars having approximately the same or smaller cooling areas may be used. Copper bars shall not be laminated.
- c) For single-phase or multi-phase tests the minimum length of any temporary connection from an equipment terminal to another terminal or to the 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.

iv) *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 connections, etc. This information shall form part of the test report.

TABLEAU IX *

Conducteurs d'essai en cuivre pour courants d'essai inférieurs ou égaux à 400 A

Domaine du courant d'essai ¹⁾		Taille du conducteur ^{2), 3), 4)}	
		(mm ²)	(AWG/MCM)
0	8	1,0	18
8	12	1,5	16
12	15	2,5	14
15	20	2,5	12
20	25	4,0	10
25	32	6,0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4
85	100	35	3
100	115	35	2
115	130	50	1
130	150	50	0
150	175	70	00
175	200	95	000
200	225	95	0000
225	250	120	250
250	275	150	300
275	300	185	350
300	350	185	400
350	400	240	500

* Les notes sont après le tableau XI.

TABLEAU X *

Conducteurs d'essai en cuivre pour courants d'essai supérieurs à 400 A et ne dépassant pas 800 A

Domaine du courant d'essai ¹⁾		Conducteurs ^{2), 3), 4)}			
		Système métrique		Système MCM	
		Nombre	Taille (mm ²)	Nombre	Taille (MCM)
400	500	2	150	2	250
500	630	2	185	2	350
630	800	2	240	3	300

* Les notes sont après le tableau XI.

TABLE IX *

*Test copper conductors for test currents
up to 400 A inclusive*

Range of test current ¹⁾		Conductor size ^{2), 3), 4)}	
(A)		(mm ²)	(AWG/MCM)
0	8	1.0	18
8	12	1.5	16
12	15	2.5	14
15	20	2.5	12
20	25	4.0	10
25	32	6.0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4
85	100	35	3
100	115	35	2
115	130	50	1
130	150	50	0
150	175	70	00
175	200	95	000
200	225	95	0000
225	250	120	250
250	275	150	300
275	300	185	350
300	350	185	400
350	400	240	500

* Notes follow Table XI.

TABLE X *

*Test copper conductors for test currents above 400 A
and up to 800 A inclusive*

Range of test current ¹⁾		Conductors ^{2), 3), 4)}			
(A)		Metric		MCM	
		Number	Size (mm ²)	Number	Size (MCM)
400	500	2	150	2	250
500	630	2	185	2	350
630	800	2	240	3	300

* Notes follow Table XI.

TABEAU XI
Barres d'essai en cuivre pour courants d'essai
supérieurs à 400 A et ne dépassant pas 3 150 A

Domaine du courant d'essai ¹⁾ (A)	Barres de cuivre ^{2), 3), 4), 5), 6)}		
	Nombre	Dimensions (mm)	Dimensions (pouces)
400 500	2	30 × 5	1 × 0,250
500 630	2	40 × 5	1,25 × 0,250
630 800	2	50 × 5	1,5 × 0,250
800 1 000	2	60 × 5	2 × 0,250
1 000 1 250	2	80 × 5	2,5 × 0,250
1 250 1 600	2	100 × 5	3 × 0,250
1 600 2 000	3	100 × 5	3 × 0,250
2 000 2 500	4	100 × 5	3 × 0,250
2 500 3 150	3	100 × 10	6 × 0,250

Notes des tableaux IX, X et XI:

- ¹⁾ La valeur du courant d'essai doit être supérieure à la première valeur figurant dans la première colonne et inférieure ou égale à la deuxième valeur de cette colonne.
- ²⁾ Pour faciliter l'essai et avec l'accord du constructeur, on peut utiliser des conducteurs de section plus faible que celle indiquée pour un courant déterminé.
- ³⁾ Les tableaux donnent, en variante, les dimensions des conducteurs dans les systèmes métriques et AWG/MCM et celles des barres en millimètres et en pouces. La comparaison entre les dimensions AWG/MCM et celles exprimées en système métrique est donnée au tableau I.
- ⁴⁾ L'un ou l'autre des deux conducteurs spécifiés pour un domaine donné du courant d'essai peut être utilisé.
- ⁵⁾ Les barres sont supposées être disposées de telle manière que leur face la plus longue soit verticale. On peut les disposer avec leur plus longue face horizontale si le constructeur l'indique.
- ⁶⁾ Lorsque l'on utilise 4 barres, celles-ci doivent être disposées en deux jeux de deux barres avec un intervalle ne dépassant pas 100 mm entre les centres de chaque jeu.

8.3.3.3.5 *Echauffement des circuits de commande*

Les essais d'échauffement des circuits de commande doivent être effectués au courant spécifié et, s'il s'agit de courant alternatif, à la fréquence assignée. Les circuits de commande doivent être essayés à leur tension assignée.

Les circuits prévus pour un fonctionnement continu doivent être essayés pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi.

Les circuits prévus pour un fonctionnement intermittent doivent être essayés comme le prescrit la norme de matériel correspondante.

A la fin de ces essais, l'échauffement des différentes parties des circuits de commande ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées au paragraphe 7.2.2.5, sauf spécification contraire de la norme de matériel correspondante.

8.3.3.3.6 *Echauffement des bobines des électro-aimants*

Les bobines et les électro-aimants doivent être essayés dans les conditions prévues au paragraphe 7.2.2.6.

Ils doivent être essayés pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi.

La température doit être mesurée lorsque l'équilibre thermique est atteint, aussi bien dans le circuit principal que dans la bobine de l'électro-aimant.

Les bobines et les électro-aimants prévus pour un service intermittent doivent être essayés comme le précise la norme de matériel correspondante.

A la fin de ces essais, l'échauffement des différentes parties ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées au paragraphe 7.2.2.6.

TABLE XI
*Test copper bars for test currents above 400 A
 and up to 3 150 A inclusive*

Range of test current ¹⁾ (A)	Copper bars ^{2), 3), 4), 5), 6)}		
	Number	Dimensions (mm)	Dimensions (inch)
400 500	2	30 × 5	1 × 0.250
500 630	2	40 × 5	1.25 × 0.250
630 800	2	50 × 5	1.5 × 0.250
800 1 000	2	60 × 5	2 × 0.250
1 000 1 250	2	80 × 5	2.5 × 0.250
1 250 1 600	2	100 × 5	3 × 0.250
1 600 2 000	3	100 × 5	3 × 0.250
2 000 2 500	4	100 × 5	3 × 0.250
2 500 3 150	3	100 × 10	6 × 0.250

Notes to Tables IX, X and XI:

- ¹⁾ The value of test current shall be greater than the first value in the first column and less than or equal to the second value in that column.
- ²⁾ For convenience of testing and with the manufacturer's consent, smaller conductors than those given for a stated test current may be used.
- ³⁾ The tables give alternative sizes for conductors in the metric and AWG/MCM systems and for bars in millimetres and inches. Comparison between AWG/MCM and metric sizes is given in Table I.
- ⁴⁾ Either of the two conductors specified for a given test current range may be used.
- ⁵⁾ Bars are assumed to be arranged with their long faces vertical. Arrangements with long faces horizontal may be used if specified by the manufacturer.
- ⁶⁾ Where four bars are used they shall be in two sets of two bars with not more than 100 mm between pair centres.

8.3.3.3.5 Temperature-rise of control circuits

The temperature-rise tests of control circuits shall be made with the specified current and, in the case of a.c., at the rated frequency. Control circuits shall be tested at their rated voltage.

Circuits intended for continuous operation shall be tested for a sufficient time for the temperature-rise to reach a steady-state value.

Circuits for intermittent duty shall be tested as prescribed in the relevant product standard.

At the end of these tests the temperature-rise of the different parts of the control circuits shall not exceed the values specified in Sub-clause 7.2.2.5, unless otherwise specified in the relevant product standard.

8.3.3.3.6 Temperature-rise of coils of electromagnets

Coils and electromagnets shall be tested according to the conditions given in Sub-clause 7.2.2.6.

They shall be tested for a sufficient time for the temperature-rise to reach a steady-state value.

The temperature shall be measured when thermal equilibrium is reached in both the main circuit and the coil of the electromagnet.

Coils and electromagnets of equipment intended for intermittent duty shall be tested as prescribed in the relevant product standard.

At the end of these tests the temperature-rise of the different parts shall not exceed the values specified in Sub-clause 7.2.2.6.

8.3.3.3.7 *Echauffement des circuits auxiliaires*

Les essais d'échauffement des circuits auxiliaires doivent être effectués dans les mêmes conditions que celles prévues au paragraphe 8.3.3.3.5, mais peuvent être effectués sous toute tension convenable.

A la fin de ces essais, l'échauffement des circuits auxiliaires ne doit pas excéder les valeurs spécifiées au paragraphe 7.2.2.7.

8.3.3.4 *Propriétés diélectriques*

Les prescriptions d'essai spécifiées aux paragraphes 8.3.3.4.1 à 8.3.3.4.3 s'appliquent aux matériels pour lesquels le constructeur a déclaré une valeur de tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} (voir paragraphe 4.3.1.3), attribuée conformément au paragraphe 7.2.3.

Dans les autres cas, les prescriptions d'essai de la norme de matériel correspondante doivent être appliquées.

8.3.3.4.1 *Essais de type*

1) *Conditions générales*

Le matériel à essayer doit satisfaire aux prescriptions générales du paragraphe 8.3.2.1. En outre, s'il est prévu pour être utilisé sans enveloppe, il doit être monté sur une embase métallique et toutes les masses reliées à la terre en service normal (bâti, etc.) doivent être reliées à cette embase métallique.

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.

2) *Vérification des tensions de tenue aux chocs (distances d'isolement et isolation solide associée)*

Le matériel doit satisfaire aux prescriptions des paragraphes 7.2.3.1 et 7.2.3.2.

La vérification des distances d'isolement et de l'isolation solide associée est effectuée par un essai à la tension assignée de tenue aux chocs.

Les distances d'isolement égales ou supérieures aux valeurs du cas A du tableau XIII peuvent être vérifiées par un mesurage suivant la méthode décrite en annexe G.

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 par 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.

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.

3) *Tension d'essai*

La tension d'essai doit être celle spécifiée aux paragraphes 7.2.3.1 et 7.2.3.2.

8.3.3.3.7 *Temperature-rise of auxiliary circuits*

The temperature-rise tests of auxiliary circuits shall be made under the same conditions as those specified in Sub-clause 8.3.3.3.5, but may be carried out at any convenient voltage.

At the end of these tests the temperature-rise of the auxiliary circuits shall not exceed the values specified in Sub-clause 7.2.2.7.

8.3.3.4 *Dielectric properties*

The test requirements specified in Sub-clauses 8.3.3.4.1 to 8.3.3.4.3 apply to equipment for which the manufacturer has declared a value for the rated impulse withstand voltage U_{imp} (see Sub-clause 4.3.1.3) assigned according to Sub-clause 7.2.3.

In the other cases, the test requirements of the relevant product standard shall apply.

8.3.3.4.1 *Type tests*

1) *General conditions*

The equipment to be tested shall comply with the general requirements of Sub-clause 8.3.2.1. Moreover, if it is to be used without an enclosure, it shall be mounted on a metal plate and all exposed conductive parts (frame, etc.) which are earthed in normal service shall be connected to the metal plate.

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 and connected to the frame or the mounting plate. The foil shall be applied to all surfaces where these can be touched with the standard test finger.

2) *Verification of impulse withstand voltages (clearances and associated solid insulation)*

Equipment shall comply with the requirements stated in Sub-clauses 7.2.3.1 and 7.2.3.2.

The verification of clearances and associated solid insulation is made by a test at the rated impulse withstand voltage.

Clearances equal to or larger than the values of Case A of Table XIII may be verified by measurement, according to the method described in Appendix G.

There shall be no unintentional disruptive discharge during the tests.

Notes 1. — An exception is an intentional disruptive discharge, e.g. by 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. — 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.

3) *Test voltage*

The test voltage shall be that specified in Sub-clauses 7.2.3.1 and 7.2.3.2.

Avec l'accord du constructeur, l'essai peut être effectué sous une tension à fréquence industrielle ou continue figurant au tableau XII. Toutefois, les matériels incorporant des dispositifs de suppression des surtensions doivent 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 $1,2/50 \mu\text{s}$ doit être appliquée 3 fois pour chaque polarité à des intervalles d'au moins 1 s.
- b) La tension à fréquence industrielle ou continue doit être appliquée durant 3 périodes dans le cas d'une tension alternative ou 10 ms pour chaque polarité dans le cas d'une tension continue.
- c) Si, au cours d'une procédure d'essais, des essais diélectriques répétitifs sont à effectuer, la norme de matériel correspondante doit préciser les conditions d'essais diélectriques.

Note. — Un exemple de dispositif d'essai est à l'étude.

4) Application de la tension d'essai

Le matériel étant monté et préparé comme spécifié au point 1) ci-dessus, la tension d'essai est appliquée comme suit :

- a) Entre tous les pôles du circuit principal reliés entre eux (y compris les circuits de commande et auxiliaire reliés au circuit principal) et l'enveloppe ou l'embase de montage, les contacts étant dans toutes leurs positions normales de fonctionnement.
- b) Entre chaque pôle du circuit principal et les autres pôles reliés entre eux et l'enveloppe ou l'embase de montage, les contacts étant dans toutes leurs positions normales de fonctionnement.
- c) Entre chaque circuit de commande et chaque circuit auxiliaire qui n'est pas normalement relié au circuit principal et :
 - le circuit principal,
 - les autres circuits,
 - les masses,
 - l'enveloppe ou l'embase de montage,
 qui, dans les cas appropriés, peuvent être reliés entre eux.

- d) Pour les matériels aptes au sectionnement, à travers les pôles du circuit principal, les bornes amont étant reliées entre elles et les bornes aval étant reliées entre elles.

La tension d'essai doit être appliquée entre les bornes amont et aval du matériel, les contacts étant en position d'ouverture, et sa valeur doit être comme spécifié au paragraphe 7.2.3.1 b).

Pour les matériels inaptes au sectionnement, les prescriptions d'essai avec les contacts en position d'ouverture doivent être précisées dans la norme de matériel correspondante.

5) Vérification des lignes de fuite

Les lignes de fuite les plus courtes entre phases, conducteurs de circuits à des tensions différentes et masses doivent être mesurées. La ligne de fuite mesurée doit satisfaire aux prescriptions du paragraphe 7.2.3.4 pour le groupe de matériau et le degré de pollution correspondants.

With the manufacturer's agreement, the test may be carried out using power frequency or d.c. voltage as given in Table XII. However, equipment incorporating overvoltage suppressing means shall be tested with an impulse voltage. The energy content 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 3 times for each polarity at intervals of 1 s minimum.
- b) Power frequency and d.c. voltage shall be applied during 3 cycles in the case of a.c., or 10 ms for each polarity in the case of d.c.
- c) If, in the course of a test procedure, repeated dielectric testing is required, the relevant product standard shall state the dielectric test conditions.

Note. — An example of test equipment is under consideration.

4) *Application of test voltage*

With the equipment mounted and prepared as specified in item 1) above, the test voltage is applied as follows:

- a) Between all the terminals of the main circuit connected together (including the control and auxiliary circuits connected to the main circuit) and the enclosure or mounting plate, with the contacts in all normal positions of operation.
- b) Between each pole of the main circuit and the other poles connected together and to the enclosure or mounting plate, with the contacts in all normal positions of operation.
- c) Between each control and auxiliary circuit not normally connected to the main circuit and:
 - the main circuit,
 - the other circuits,
 - the exposed conductive parts,
 - the enclosure or mounting plate,which, wherever appropriate, may be connected together.
- d) For equipment suitable for isolation, across the poles of the main circuit, the line terminals being connected together and the load terminals connected together.

The test voltage shall be applied between the line and load terminals of the equipment with the contacts in the open position and its value shall be as specified in Sub-clause 7.2.3.1 b).

For equipment not suitable for isolation, the requirements for testing with the contacts in the open position shall be stated in the relevant product standard.

5) *Verification of creepage distances*

The shortest creepage distances between phases, between circuit conductors at different voltages and 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 Sub-clause 7.2.3.4.

6) *Vérification du courant de fuite des matériels aptes au sectionnement*

Les essais doivent être spécifiés dans la norme de matériel correspondante.

8.3.3.4.2 *Essais individuels*

Ces essais doivent être effectués conformément aux points 2), 3) et 4) du paragraphe 8.3.3.4.1. 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.

L'essai à la tension de choc est effectué conformément au point 3) a) du paragraphe 8.3.3.4.1.

La durée de l'essai sous tension à fréquence industrielle ou continue est de une seconde pour la valeur minimale de la tension d'essai. Pour des valeurs supérieures de la tension d'essai, des durées d'essai plus courtes peuvent convenir.

8.3.3.4.3 *Essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement*

Ces essais sont destinés à vérifier le maintien de la conformité des distances d'isolement sur le plan de la conception et ne s'appliquent qu'aux matériels ayant des distances d'isolement plus petites que celles du tableau XIII, cas A. La tension d'essai doit être celle qui correspond à la tension assignée de tenue aux chocs.

Les normes de matériels correspondantes doivent préciser les plans et les règles d'échantillonnage.

La tension d'essai doit être appliquée comme précisé au point 4) du paragraphe 8.3.3.4.1 sauf qu'il n'est pas nécessaire d'appliquer la feuille métallique sur l'organe de commande ou l'enveloppe.

Il ne doit pas se produire de décharge disruptive au cours de ces essais.

TABLEAU XII

*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 (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
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 XII utilise les caractéristiques d'un champ homogène, cas B (voir paragraphe 2.5.62) 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 XII 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 paragraphe 8.3.3.4.1, point 3)).

6) *Verification of leakage current of equipment suitable for isolation*

Tests shall be specified in the relevant product standard.

8.3.3.4.2 *Routine tests*

The tests shall be carried out in accordance with items 2), 3) and 4) of Sub-clause 8.3.3.4.1. 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.

Testing with impulse voltage is carried out in accordance with item 3) a) of Sub-clause 8.3.3.4.1.

The duration for testing with power frequency or d.c. voltage is one second for the minimum test voltage. For higher test voltages, shorter test durations may be appropriate.

8.3.3.4.3 *Sampling tests for verification of clearances*

These tests are intended to verify the upkeep of design conformity regarding clearances and are only applicable to equipment with clearances smaller than those corresponding to Table XIII, case A. The test voltage shall be that corresponding to the rated impulse withstand voltage.

The relevant product standards shall state sampling plans and procedure.

The application of the test voltage shall be as given in item 4) of Sub-clause 8.3.3.4.1 except that the metal foil need not be applied to the actuator or the enclosure.

There shall be no disruptive discharge during the tests.

TABLE XII

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. (kV)					A.C. r.m.s. (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 XII uses the characteristics of a homogeneous field, case B (see Sub-clause 2.5.62) 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 XII are more severe than the impulse voltage.

3. — Power frequency voltage testing is subject to the manufacturer's agreement (see Sub-clause 8.3.3.4.1, item 3)).

TABLEAU XIII

Distances minimales d'isolement dans l'air

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} (kV)	Distances d'isolement minimales (mm)							
	Cas A Conditions de champ non homogène (voir paragraphe 2.5.63)				Cas B Champ homogène, conditions idéales (voir paragraphe 2.5.62)			
	Degré de pollution				Degré de pollution			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01	0,2	0,8	1,6	0,01	0,2	0,8	1,6
0,5	0,04				0,04			
0,8	0,1	0,5	1,5	3	0,1	0,3	1,2	2
1,5	0,5				0,3			
2,5	1,5	3	5,5	8	0,6	2	3	4,5
4	3				1,2			
6	5,5	8	14	14	2	3	4,5	4,5
8	8				3			
12	14	14	14	14	4,5	4,5	4,5	4,5

Note. — Les valeurs des distances minimales d'isolement du tableau XIII sont basées sur des tensions de choc de $1,2/50 \mu s$ à une pression barométrique de 80 kPa, équivalent à la pression atmosphérique normale à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer.

TABLEAU XIV

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	2,40	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 XIV 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 paragraphe 8.3.3.4.1, point 3)).

TABLE XIII
Minimum clearances in air

Rated impulse withstand voltage U_{imp} (kV)	Minimum clearances (mm)							
	Case A Inhomogeneous field conditions (see Sub-clause 2.5.63)				Case B Homogeneous field ideal conditions (see Sub-clause 2.5.62)			
	Pollution degree				Pollution degree			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.33	0.01	0.2	0.8	1.6	0.01	0.2	0.8	1.6
0.5	0.04				0.04			
0.8	0.1	0.5	1.5	3	0.1	0.3	1.2	2
1.5	0.5				0.3			
2.5	1.5	1.5	1.5	3	0.6	0.6	1.2	2
4	3	3	3	5.5	1.2	1.2	2	2
6	5.5	5.5	5.5	8	2	2	3	3
8	8	8	8	14	3	3	4.5	4.5
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 μs impulse voltages, for barometric pressure of 80 kPa equivalent to normal atmospheric pressure at 2 000 m above sea level.

TABLE XIV
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. (kV)					A.C. r.m.s. (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	2.40	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. — Where clearances are between case A and case B conditions, the a.c. and d.c. values of Table XIV are more severe than the impulse voltage.

2. — Power frequency voltage testing is subject to the manufacturer's agreement (see Sub-clause 8.3.3.4.1, item 3)).

TABLEAU XV

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		1,6	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 du paragraphe 10.8 du rapport 664-A de la C E I.

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 les 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.

TABLE XV
Minimum creepage distances

Rated insulation voltage of equipment or working voltage a.c. r.m.s. or d.c. (V) ⁵⁾	Creepage distances for equipment subject to long-term stress (mm)														
	Pollution degree			Pollution degree				Pollution degree				Pollution degree			
	1 ⁶⁾	2 ⁶⁾	1	2				3				4			
	Material group			Material group				Material group				Material group			
	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⁾ Material group I or Material groups II, IIIa, IIIb where likelihood to track is reduced due to the conditions of Sub-clause 10.8 of IEC Report 664 A.

²⁾ Material groups I, II, IIIa, IIIb.

³⁾ Material groups I, II, IIIa.

⁴⁾ Values of creepage distances in this area have not been established. Material group IIIb is in general not recommended for application in pollution degree 3 above 630 V and in pollution degree 4.

⁵⁾ As an exception, for rated insulation voltages 127, 208, 415, 440, 660/690 and 830 V, creepage distances corresponding to the lower values 125, 200, 400, 630 and 800 V respectively may be used.

⁶⁾ The values given in these two columns apply to creepage distances of printed wiring materials.

Notes 1. — It is appreciated that tracking or erosion will not occur on insulation subjected to working voltages of 32 V and below. However, the possibility of electrolytic corrosion has to be considered and for this reason minimum creepage distances have been specified.

2. — Voltage values are selected in accordance with the R₁₀ series.

8.3.3.5 Pouvoirs de fermeture et de coupure

8.3.3.5.1 Conditions générales pour les essais

Les essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être effectués suivant les conditions générales d'essai définies au paragraphe 8.3.2.1.

Les matériels tétrapolaires doivent être essayés comme les matériels tripolaires, le pôle inutilisé qui, dans le cas des matériels pourvus d'un pôle neutre, est le pôle neutre, étant relié au bâti. Si tous les pôles sont identiques, un essai sur trois pôles adjacents est suffisant. Sinon, un essai supplémentaire doit être effectué entre le pôle neutre et le pôle le plus proche, conformément à la figure 4, au courant assigné du pôle neutre et à la tension phase-neutre, les deux autres pôles non utilisés étant raccordés au bâti.

Pour les essais de pouvoir de coupure dans les conditions normales de charge et de surcharge, les valeurs des tensions transitoires de rétablissement doivent être précisées dans la norme de matériel correspondante.

8.3.3.5.2 Circuit d'essai

a) Les figures 3, 4, 5 et 6 représentent les schémas des circuits à utiliser pour les essais concernant:

- un matériel unipolaire en courant monophasé ou continu (figure 3);
- un matériel bipolaire en courant monophasé ou continu (figure 4);
- un matériel tripolaire ou trois matériels unipolaires en courant triphasé (figure 5);
- un matériel tétrapolaire en courant triphasé sur un circuit à quatre conducteurs (figure 6);

Un schéma détaillé du circuit utilisé pour l'essai doit figurer au compte rendu d'essai.

- b) Le courant présumé aux bornes amont du matériel doit être au moins égal à la plus faible des deux valeurs suivantes: 10 fois le courant d'essai ou 50 kA.
- c) Le circuit d'essai comprend la source d'alimentation, le matériel en essai D et le circuit de charge.
- d) Le circuit de charge doit être constitué par des résistances montées en série avec des réactances sans fer. Les réactances sans fer dans chaque phase doivent être shuntées par des résistances absorbant environ 0,6% du courant traversant la réactance.

Toutefois, lorsqu'une tension transitoire de rétablissement est spécifiée, des résistances et des condensateurs doivent être mis en parallèle sur la charge, au lieu des résistances shunt 0,6%, la figure 8 représentant le circuit de charge complet.

Note. — Pour les essais en courant continu avec $L/R > 10$ ms, on peut utiliser une réactance à noyau de fer avec des résistances en série, en vérifiant si nécessaire par relevé oscillographique que l'on a L/R tel que spécifié (à $\pm 10\%$) et que le temps pour obtenir 95% du courant établi soit égal à $3 \times L/R \pm 20\%$.

Lorsqu'un courant transitoire d'appel est spécifié (par exemple pour les catégories d'emploi AC-5b, AC-6 et DC-6), un type de charge différent peut être précisé dans la norme de matériel correspondante.

- e) Les charges doivent être réglées de façon à obtenir, à la tension spécifiée:
- les valeurs du courant et du facteur de puissance ou de la constante de temps spécifiées dans la norme de matériel correspondante;
 - la valeur de la tension de rétablissement à fréquence industrielle;
 - lorsqu'elles sont spécifiées, la fréquence d'oscillation de la tension transitoire de rétablissement et la valeur du facteur γ .

8.3.3.5 Making and breaking capacities

8.3.3.5.1 General test conditions

Tests for verification of making and breaking capacities shall be made according to the general test conditions stated in Sub-clause 8.3.2.1.

Four-pole equipment shall be tested as three-pole equipment with the unused pole, which in the case of equipment provided with a neutral pole is the neutral pole, connected to the frame. If all poles are identical, one test on three adjacent poles is sufficient. If not, an additional test shall be made between the neutral pole and the nearest pole, according to Figure 4, at the rated current of the neutral pole and at the phase to neutral voltage, with the other two unused poles connected to the frame.

For transient recovery voltages, in the case of breaking capacity tests under normal load and overload conditions, values shall be specified in the relevant product standard.

8.3.3.5.2 Test circuit

a) Figures 3, 4, 5 and 6 give the diagrams of the circuits to be used for the tests concerning:

- single-pole equipment on single-phase a.c. or d.c. (Figure 3);
- two-pole equipment on single-phase a.c. or d.c. (Figure 4);
- three-pole equipment or three single-phase equipments on three-phase a.c. (Figure 5);
- four-pole equipment on three-phase four wire a.c. (Figure 6);

A detailed diagram of the circuit used for the test shall be given in the test report.

- b) The prospective current at the supply terminals of the equipment shall be not less than 10 times the test current or 50 kA, whichever is the lower.
- c) The test circuit comprises the supply source, the equipment D under test and the load circuit.
- d) The load circuit shall consist of resistors and air-cored reactors in series. Air-cored reactors in any phase shall be shunted by resistors taking approximately 0.6% of the current through the reactor.

However, where a transient recovery voltage is specified, instead of the 0.6% shunt resistors, parallel resistors and capacitors shall be included across the load, the complete load circuit being as shown in Figure 8.

Note. — For d.c. tests where $L/R > 10$ ms an iron-cored reactor may be used with series resistors, if necessary verifying with an oscilloscope that the L/R value is as specified ($\pm 10\%$), and that the time required to obtain 95% of the current made is equal to $3 \times L/R \pm 20\%$.

Where a transient inrush current is specified (e.g. utilization categories AC-5b, AC-6 and DC-6), a different type of load may be specified in the relevant product standard.

- e) The loads shall be adjusted to obtain, at the specified voltage:
- the value of current and power-factor or time-constant specified in the relevant product standard;
 - the value of the power frequency recovery voltage;
 - where specified, the oscillatory frequency of the transient recovery voltage and the value of the factor γ .

Le facteur γ est le rapport de la valeur U_1 de la crête maximale de la tension transitoire de rétablissement à la valeur instantanée U_2 , à l'instant du zéro de courant, de la composante de la tension de rétablissement à la fréquence utilisée (voir figure 7).

- f) Le circuit d'essai doit être mis à la terre en un point et un seul; le compte rendu d'essai doit indiquer la position de ce point.
- g) Toutes les parties du matériel normalement raccordées à la terre en service, y compris l'enveloppe ou les écrans, doivent être isolées de la terre et raccordées comme indiqué dans les figures 3, 4, 5 ou 6.

Ce raccordement doit comprendre un élément fusible F constitué par un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre et d'au moins 50 mm de long, ou un élément fusible équivalent, pour la détection du courant de défaut.

Le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible doit être $1\,500\text{ A} \pm 10\%$, sauf dans les cas indiqués dans les notes 2 et 3. Si nécessaire, une résistance limitant le courant à cette valeur doit être utilisée.

- 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:

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

8.3.3.5.3 Caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement

Pour simuler les conditions dans les circuits comprenant des charges constituées par des moteurs (charges inductives), la fréquence d'oscillation de la tension transitoire de rétablissement doit être réglée à la valeur:

$$f = 2000 \cdot I_c^{0,2} \cdot U_e^{-0,8} \pm 10\%$$

où:

f est la fréquence d'oscillation, en kilohertz

I_c est le courant coupé, en ampères

U_e est la tension assignée d'emploi du matériel, en volts

Le facteur γ doit être réglé à la valeur:

$$\gamma = 1,1 \pm 0,05.$$

On peut obtenir la valeur de la réactance nécessaire à l'essai en montant plusieurs réactances en parallèle, à condition que la tension transitoire de rétablissement puisse encore être considérée comme n'ayant qu'une fréquence d'oscillation. Ceci est généralement le cas lorsque les réactances ont à peu près la même constante de temps.

Les connexions entre les bornes aval du matériel et les bornes du circuit de charge une fois réglé doivent être aussi courtes que possible. Il convient d'effectuer le réglage avec ces connexions en place.

The factor γ is the ratio of the value U_1 of the highest peak of the transient recovery voltage to the instantaneous value U_2 , at the instant of current zero, of the component of the recovery voltage at power frequency (see Figure 7).

- f) The test circuit shall be earthed at one point and the position of this point shall be stated in the test report.
- g) All parts of the equipment normally earthed in service, including the enclosure or the screens, shall be insulated from earth and connected as indicated in Figures 3, 4, 5 or 6.

This connection shall comprise a fusible element F consisting of a copper wire 0.8 mm in diameter and at least 50 mm long, or an equivalent fusible element, for the detection of the fault current.

The prospective fault current in the fusible-element circuit shall be $1\,500\text{ A} \pm 10\%$, except as stated in Notes 2 and 3. If necessary, a resistor limiting the current to that value shall be used.

Notes 1. — 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 to 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:

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

8.3.3.5.3 Characteristics of transient recovery voltage

To simulate the conditions in circuits including individual motor loads (inductive loads), the oscillatory frequency of the load circuit shall be adjusted to the value:

$$f = 2000 \cdot I_c^{0.2} \cdot U_e^{-0.8} \pm 10\%$$

where:

f is the oscillatory frequency, in kilohertz

I_c is the breaking current, in amperes

U_e is the rated operational voltage of the equipment in volts

The factor γ shall be adjusted to the value.

$$\gamma = 1.1 \pm 0.05.$$

The value of reactance necessary for the test may be obtained by coupling several reactors in parallel on condition that the transient recovery voltage can still be considered as having only one oscillatory frequency. This is generally the case when the reactors have practically the same time-constant.

The load terminals of the equipment shall be connected as closely as possible to the terminals of the adjusted load circuit. The adjustment should be made with these connections in place.

Le réglage de la tension transitoire de rétablissement doit être effectué sur l'ensemble du circuit de charge et, en particulier, le point de mise à la terre ne doit pas être déplacé entre le réglage et l'essai.

Une procédure de réglage du circuit de charge est donnée à l'annexe E.

8.3.3.5.4 *Surtensions de manœuvre*

La vérification des surtensions de manœuvre doit être effectuée au cours des essais de type existants qui comprennent l'établissement et la coupure du courant, c'est-à-dire les essais de pouvoirs de fermeture et de coupure, les essais de fonctionnement en service et/ou les essais de pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit.

Cette vérification doit être spécifiée dans les essais de type appropriés de la norme de matériel correspondante.

Notes 1. — Une possibilité de vérifier les surtensions de manœuvre consiste à utiliser des capteurs de surtensions (par exemple des éclateurs), calibrés aux ondes de choc 1,2/50 μ s avant l'essai et placés en série avec un fusible approprié.

2. — Les instructions relatives à la procédure d'essai de vérification des surtensions de manœuvre sont à l'étude.

8.3.3.5.5 *Procédure d'essai pour les pouvoirs de fermeture et de coupure*

Le nombre de manœuvres, les durées de passage et d'interruption du courant et les conditions ambiantes doivent être comme indiqué dans la norme de matériel correspondante.

8.3.3.5.6 *Comportement du matériel pendant et après les essais de pouvoir de fermeture et de coupure*

Les critères d'acceptation pendant et après les essais doivent être précisés dans la norme de matériel correspondante.

8.3.3.6 *Aptitude au fonctionnement en service*

Des essais doivent être effectués pour vérifier la conformité aux prescriptions du paragraphe 7.2.4.2. Le circuit d'essai doit être conforme aux paragraphes 8.3.3.5.2 et 8.3.3.5.3.

Les détails des conditions d'essai doivent être précisés dans la norme de matériel correspondante.

8.3.3.7 *Durabilité*

Les essais de durabilité sont destinés à vérifier le nombre de cycles de manœuvres qu'un matériel est susceptible d'effectuer sans réparation ni remplacement de pièces.

Les essais de durabilité constituent la base d'une estimation statistique de la durée de vie, lorsque les quantités mises en fabrication le justifient.

8.3.3.7.1 *Durabilité mécanique*

Au cours de l'essai, le circuit principal ne doit être soumis à aucune tension ni traversé par aucun courant. Le matériel peut être lubrifié avant l'essai si la lubrification est prescrite en service normal.

Le circuit de commande doit être alimenté à sa tension assignée et, le cas échéant, à sa fréquence assignée.

Les matériels pneumatiques et électropneumatiques doivent être alimentés en air comprimé à la pression assignée.

Les matériels à commande manuelle doivent être manœuvrés comme en service normal.

Le nombre de cycles de manœuvres ne doit pas être inférieur à celui qui est prescrit par la norme de matériel correspondante pour l'essai.

Adjustment of the transient recovery voltage shall be made on the whole load circuit and, in particular, the earth point shall not be moved between the adjustment and the test.

A procedure for adjusting the load circuit is given in Appendix E.

8.3.3.5.4 *Switching overvoltages*

The verification of switching overvoltages shall be made during the existing type tests involving making and breaking of current, i.e. making and breaking capacity tests, operational performance tests and/or short-circuit making and breaking capacity tests.

This verification shall be specified in the appropriate type tests of the relevant product standard, which represent the worst conditions.

Notes 1. — A means to verify the switching overvoltages is the use of overvoltage sensors (e.g. spark-gaps) calibrated to 1.2/50 μ s impulse waves before the test, in series with an appropriate fuse.

2. — Guidance for the test procedure for switching overvoltages is under consideration.

8.3.3.5.5 *Test procedure for making and breaking capacities*

The number of operations, the “on” and “off” times and the ambient conditions shall be stated in the relevant product standard.

8.3.3.5.6 *Behaviour of the equipment during and after making and breaking capacity tests*

The criteria for acceptance during and after the tests shall be stated in the relevant product standard.

8.3.3.6 *Operational performance capability*

Tests shall be made to verify compliance with the requirements of Sub-clause 7.2.4.2. The test circuit shall be in accordance with Sub-clauses 8.3.3.5.2 and 8.3.3.5.3.

Detailed test conditions shall be stated in the relevant product standard.

8.3.3.7 *Durability*

Durability tests are intended to verify the number of operating cycles that an equipment is likely to be capable of performing without repair or replacement of parts.

The durability tests form the basis of a statistical life estimate, where the manufactured quantities permit this.

8.3.3.7.1 *Mechanical durability*

During the test, there shall be no voltage or current in the main circuit. The equipment may be lubricated before the test, if lubrication is prescribed in normal service.

The control circuit shall be supplied at its rated voltage and, where applicable, at its rated frequency.

Pneumatic and electro-pneumatic equipment shall be supplied with compressed air at the rated pressure.

Manually operated equipment shall be operated as in normal service.

The number of operating cycles shall be not less than that prescribed by the relevant product standard.

Dans le cas de matériels comportant des relais ou des déclencheurs d'ouverture, le nombre total de manœuvres d'ouverture à exécuter à l'aide de ces relais ou déclencheurs doit être précisé dans la norme de matériel correspondante.

La norme de matériel correspondante doit définir l'interprétation des résultats d'essais.

8.3.3.7.2 *Durabilité électrique*

Les conditions d'essai sont celles du paragraphe 8.3.3.7.1 sauf que le circuit principal est alimenté selon les prescriptions de la norme de matériel correspondante.

La norme de matériel correspondante doit définir l'interprétation des résultats d'essais.

8.3.4 *Fonctionnement en court-circuit*

Ce paragraphe spécifie les conditions d'essai pour la vérification des valeurs assignées et des valeurs limites du paragraphe 7.2.5. Les prescriptions complémentaires concernant les modalités et les séquences d'essai, l'état du matériel après les essais et les essais de coordination du matériel avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC) sont indiquées dans la norme de matériel correspondante.

8.3.4.1 *Conditions générales pour les essais de court-circuit*

8.3.4.1.1 *Prescriptions générales*

Les prescriptions générales du paragraphe 8.3.2.1 sont applicables. Le mécanisme de commande doit être manœuvré dans les conditions spécifiées dans la norme de matériel correspondante. Si le mécanisme est à commande électrique ou pneumatique, il doit être alimenté à la tension minimale ou la pression minimale spécifiée dans la norme de matériel correspondante. On doit vérifier que le matériel fonctionne correctement à vide lorsqu'il est manœuvré dans les conditions ci-dessus.

Des conditions supplémentaires peuvent être spécifiées dans la norme de matériel correspondante.

8.3.4.1.2 *Circuit d'essai*

a) Les figures 9, 10, 11 et 12 représentent les schémas des circuits à utiliser pour les essais:

- d'un matériel unipolaire en courant monophasé ou en courant continu (figure 9);
- d'un matériel bipolaire en courant monophasé ou en courant continu (figure 10);
- d'un matériel tripolaire en courant triphasé (figure 11);
- d'un matériel tétrapolaire en courant triphasé dans un circuit à quatre conducteurs (figure 12).

Un schéma détaillé du circuit utilisé pour l'essai doit figurer au compte rendu d'essai.

Note. — Pour les combinaisons avec des DPCC, il convient que la norme de matériel correspondante précise la disposition respective du DPCC et du matériel en essai.

b) La source S alimente un circuit comprenant des résistances R_1 , des réactances X et le matériel en essai D.

Elle doit, dans tous les cas, avoir une puissance suffisante pour permettre la vérification des caractéristiques indiquées par le constructeur.

La résistance et la réactance du circuit d'essai doivent être réglables pour satisfaire aux conditions d'essai spécifiées. Les réactances X doivent être sans fer. Elles doivent toujours être placées en série avec les résistances R_1 et leur valeur doit être obtenue par le couplage en série de réactances élémentaires; le couplage en parallèle de réactances est admis lorsque ces réactances ont pratiquement la même constante de temps.

For equipment fitted with opening relays or releases, the total number of opening operations to be performed by such relays or releases shall be stated in the relevant product standard.

Evaluation of test results shall be defined in the relevant product standard.

8.3.3.7.2 *Electrical durability*

The test conditions are those of Sub-clause 8.3.3.7.1 except that the main circuit is energized according to the requirements of the relevant product standard.

Evaluation of test results shall be defined in the relevant product standard.

8.3.4 *Performance under short-circuit conditions*

This sub-clause specifies test conditions for verification of the ratings and limiting values of Sub-clause 7.2.5. Additional requirements regarding test procedure, operating and test sequences, condition of equipment after the tests and tests of co-ordination of the equipment with short-circuit protective devices (SCPD) are given in the relevant product standard.

8.3.4.1 *General conditions for short-circuit tests*

8.3.4.1.1 *General requirements*

The general requirements of Sub-clause 8.3.2.1 apply. The control mechanism shall be operated under the conditions specified in the relevant product standard. If the mechanism is electrically or pneumatically controlled, it shall be supplied at the minimum voltage or the minimum pressure as specified in the relevant product standard. It shall be verified that the equipment operates correctly on no-load when it is operated under the above conditions.

Additional test conditions may be specified in the relevant product standard.

8.3.4.1.2 *Test circuit*

a) Figures 9, 10, 11 and 12 give the diagrams of the circuits to be used for the tests concerning:

- single-pole equipment on single-phase a.c. or d.c. (Figure 9);
- two-pole equipment on single-phase a.c. or d.c. (Figure 10);
- three-pole equipment on three-phase a.c. (Figure 11);
- four-pole equipment on three-phase four wire a.c. (Figure 12).

A detailed diagram of the circuit used shall be given in the test report.

Note. — For combinations with SCPDs, the relevant product standard should specify the relative arrangement between the SCPD and the equipment under test.

b) The supply S feeds a circuit including resistors R_1 , reactors X and the equipment D under test.

In all cases the supply shall have sufficient power to permit the verification of the characteristics given by the manufacturer.

The resistance and reactance of the test circuit shall be adjustable to satisfy the specified test conditions. The reactors X shall be air-cored. They shall be connected in series with the resistors R_1 , and their value shall be obtained by series coupling of individual reactors; parallel connecting of reactors is permitted when these reactors have practically the same time-constant.

Etant donné que les caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement des circuits d'essai comprenant des réactances sans fer de valeur élevée ne correspondent pas aux conditions habituelles de service, la réactance sans fer dans chaque phase doit être shuntée par une résistance absorbant environ 0,6% du courant traversant la réactance, à moins d'accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur.

- c) Dans chacun des circuits d'essai (figures 9, 10, 11 et 12), les résistances et les réactances sont placées entre la source d'alimentation S et le matériel en essai D. Les positions de l'appareil de fermeture A et des dispositifs d'enregistrement des courants (I_1 , I_2 , I_3) peuvent être différentes. Le raccordement du matériel en essai au circuit d'essai doit être précisé dans la norme de matériel correspondante.

Lorsque les essais sont effectués avec un courant inférieur à sa valeur assignée, les impédances supplémentaires prescrites doivent normalement être insérées en aval du matériel, entre celui-ci et le court-circuit; elles peuvent cependant être insérées en amont; dans ce cas, le compte rendu d'essai doit le mentionner.

Ceci ne s'applique pas nécessairement aux essais de tenue au courant de courte durée admissible (voir paragraphe 8.3.4.3).

Sauf accord particulier entre le constructeur et l'utilisateur dont les détails doivent figurer dans le compte rendu d'essai, le schéma du circuit d'essai doit être conforme aux figures.

Il ne doit y avoir qu'un point et un seul du circuit d'essai raccordé à la terre; ce peut être la connexion de court-circuit du circuit d'essai ou le point neutre de la source ou tout autre point convenable, mais la manière dont est effectuée la mise à la terre doit être indiquée dans le compte rendu d'essai.

- d) Toutes les parties du matériel normalement raccordées à la terre en service, y compris l'enveloppe ou les écrans, doivent être isolées de la terre et raccordées à un point comme indiqué aux figures 9, 10, 11 ou 12.

Ce raccordement doit comprendre un élément fusible F constitué par un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre et d'au moins 50 mm de long, ou un élément fusible équivalent, pour la détection du courant de défaut.

Le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible doit être $1\,500\text{ A} \pm 10\%$, sauf dans les cas indiqués dans les notes 2 et 3. Si nécessaire, une résistance limitant le courant à cette valeur doit être utilisée.

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:

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

Since the transient recovery voltage characteristics of test circuits including large air-cored reactors are not representative of usual service conditions, the air-cored reactor in each phase shall be shunted by a resistor taking approximately 0.6% of the current through the reactor, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

- c) In each test circuit (Figures 9, 10, 11 and 12), the resistors and reactors are inserted between the supply source S and the equipment D under test. The positions of the closing device A and the current sensing devices (I_1 , I_2 , I_3) may be different. The connections of the equipment under test to the test circuit shall be stated in the relevant product standard.

When tests are made with current less than the rated value, the additional impedances required should be inserted on the load side of the equipment between it and the short-circuit; they may, however, be inserted on the line side, in which case this shall be stated in the test report.

This need not apply to short-time withstand current tests (see Sub-clause 8.3.4.3).

Unless a special agreement has been drawn up between manufacturer and user and details noted in the test report, the diagram of the test circuit shall be in accordance with the figures.

There shall be one and only one point of the test circuit which is earthed; this may be the short-circuit link of the test circuit or the neutral point of the supply or any other convenient point, but the method of earthing shall be stated in the test report.

- d) All parts of the equipment normally earthed in service, including the enclosure or the screens, shall be insulated from earth and connected to a point as indicated in Figures 9, 10, 11 or 12.

This connection shall comprise a fusible element F consisting of a copper wire 0.8 mm in diameter and at least 50 mm long, or of an equivalent fusible element for the detection of the fault current.

The prospective fault current in the fusible element circuit shall be $1\,500\text{ A} \pm 10\%$, except as stated in Notes 2 and 3. If necessary, a resistor limiting the current to that value shall be used.

Notes 1. — 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 agreement with 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:

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

8.3.4.1.3 Facteur de puissance du circuit d'essai

En courant alternatif, il est recommandé que le facteur de puissance de chaque phase du circuit d'essai soit déterminé suivant une méthode reconnue, qui doit être mentionnée dans le compte rendu d'essai.

Deux exemples sont donnés en annexe F.

Le facteur de puissance d'un circuit polyphasé est considéré comme étant la valeur moyenne des facteurs de puissance de chaque phase.

Le facteur de puissance doit être comme indiqué au tableau XVI.

La différence entre cette valeur moyenne et les valeurs maximales et minimales des facteurs de puissance dans les différentes phases doit rester dans les tolérances $\pm 0,05$.

8.3.4.1.4 Constante de temps du circuit d'essai

En courant continu, la constante de temps du circuit d'essai peut être déterminée suivant la méthode donnée en annexe F b).

La constante de temps doit être comme indiqué au tableau XVI.

TABLEAU XVI

Valeurs des facteurs de puissance et des constantes de temps correspondant aux courants d'essai et rapport n entre la valeur de crête et la valeur efficace du courant

Courant d'essai (A)	Facteur de puissance	Constante de temps (ms)	n
$I \leq 1\,500$	0,95	5	1,41
$1\,500 < I \leq 3\,000$	0,9	5	1,42
$3\,000 < I \leq 4\,500$	0,8	5	1,47
$4\,500 < I \leq 6\,000$	0,7	5	1,53
$6\,000 < I \leq 10\,000$	0,5	5	1,7
$10\,000 < I \leq 20\,000$	0,3	10	2,0
$20\,000 < I \leq 50\,000$	0,25	15	2,1
$50\,000 < I$	0,2	15	2,2

8.3.4.1.5 Etalonnage du circuit d'essai

L'étalonnage du circuit d'essai est effectué en plaçant des connexions provisoires B d'impédance négligeable aussi près qu'il est possible de le faire des bornes destinées au raccordement du matériel en essai.

En courant alternatif, les résistances R_1 et les réactances X sont réglées de façon à obtenir, à la tension appliquée, un courant égal au pouvoir assigné de coupure en court-circuit ainsi que le facteur de puissance indiqué au paragraphe 8.3.4.1.3.

Pour déterminer le pouvoir de fermeture en court-circuit du matériel en essai, il faut étalonner le circuit de manière à s'assurer que le courant établi présumé est établi sur l'une des phases.

Note. — La tension appliquée est la tension à circuit ouvert nécessaire à l'obtention de la tension spécifiée de rétablissement à fréquence industrielle (mais voir aussi la note 1 du paragraphe 8.3.2.2.3).

En courant continu, les résistances R_1 et les réactances X sont réglées de façon à obtenir, à la tension d'essai, un courant dont la valeur maximale est égale au pouvoir assigné de coupure en court-circuit, ainsi que la constante de temps indiquée au paragraphe 8.3.4.1.4.

Le circuit d'essai est alimenté simultanément sur tous les pôles et l'on enregistre la courbe du courant pendant une durée d'au moins 0,1 s.

8.3.4.1.3 Power-factor of the test circuit

For a.c., the power-factor of each phase of the test circuit should be determined according to an established method which shall be stated in the test report.

Two examples are given in Appendix F.

The power-factor of a polyphase circuit is considered as the mean value of the power-factors of each phase.

The power-factor shall be in accordance with Table XVI.

The difference between the mean value and the maximum and minimum values of the power-factors in the different phases shall remain within ± 0.05 .

8.3.4.1.4 Time-constant of the test circuit

For d.c., the time-constant of the test circuit may be determined according to the method given in Appendix F b).

The time-constant shall be in accordance with Table XVI.

TABLE XVI

Values of power-factors and time-constants corresponding to test currents, and ratio n between peak and r.m.s. values of current

Test current I (A)	Power-factor	Time-constant (ms)	n
$I \leq 1\,500$	0.95	5	1.41
$1\,500 < I \leq 3\,000$	0.9	5	1.42
$3\,000 < I \leq 4\,500$	0.8	5	1.47
$4\,500 < I \leq 6\,000$	0.7	5	1.53
$6\,000 < I \leq 10\,000$	0.5	5	1.7
$10\,000 < I \leq 20\,000$	0.3	10	2.0
$20\,000 < I \leq 50\,000$	0.25	15	2.1
$50\,000 < I$	0.2	15	2.2

8.3.4.1.5 Calibration of the test circuit

The calibration of the test circuit is carried out by placing temporary connections B of negligible impedance as close as reasonably possible to the terminals provided for connecting the equipment under test.

For a.c., resistors R_1 and reactors X are adjusted so as to obtain, at the applied voltage, a current equal to the rated short-circuit breaking capacity as well as the power-factor indicated in Sub-clause 8.3.4.1.3.

In order to determine the short-circuit making capacity of the device under test from the calibration oscillogram, it is necessary to calibrate the circuit so as to ensure that the prospective making current is achieved in one of the phases.

Note. — The applied voltage is the open circuit voltage necessary to produce the specified power frequency recovery voltage (but see also Note 1 of Sub-clause 8.3.2.2.3).

For d.c., resistors R_1 and reactors X are adjusted so as to obtain, at the test voltage, a current the maximum value of which is equal to the rated short-circuit breaking capacity as well as the time-constant indicated in Sub-clause 8.3.4.1.4.

The test circuit is energized simultaneously in all poles and the current curve is recorded for a duration of at least 0.1 s.

Dans le cas des appareils de connexion pour courant continu dont la séparation des contacts s'effectue avant que la valeur de crête de la courbe d'étalonnage soit atteinte, il suffit d'enregistrer l'étalonnage avec une résistance pure additionnelle dans le circuit pour démontrer que la vitesse d'accroissement du courant, exprimée en ampères/seconde, est la même que celle qui correspond au courant d'essai et à la constante de temps spécifiés (voir figure 15). Cette résistance additionnelle doit être telle que la valeur de crête de la courbe du courant d'étalonnage soit au moins égale à la valeur de crête du courant coupé. Lors de l'essai réel, cette résistance doit être supprimée (voir paragraphe 8.3.4.1.8 b)).

8.3.4.1.6 *Procédure d'essai*

Après étalonnage du circuit d'essai conformément au paragraphe 8.3.4.1.5., les connexions provisoires sont remplacées par le matériel en essai et ses câbles de raccordement, s'il y a lieu.

Les essais de fonctionnement en conditions de court-circuit doivent être effectués conformément aux prescriptions de la norme de matériel correspondante.

8.3.4.1.7 *Comportement du matériel au cours des essais de fermeture et de coupure en court-circuit*

Il ne doit pas se produire d'arc ou de contournement entre pôles ou entre les pôles et le bâti, ni de fusion de l'élément fusible F du circuit de détection de fuite (voir paragraphe 8.3.4.1.2).

Les essais relatifs à l'évaluation de l'émission de matières par l'arc sont à l'étude.

8.3.4.1.8 *Interprétation des enregistrements*

a) *Détermination de la tension appliquée et de la tension de rétablissement à fréquence industrielle*

La tension appliquée et la tension de rétablissement à fréquence industrielle sont déterminées d'après l'enregistrement correspondant à l'essai de coupure effectué avec l'appareil en essai et évaluées comme indiqué dans la figure 13 en courant alternatif, et dans la figure 14 en courant continu.

La tension côté alimentation doit être mesurée au cours de la première période complète après l'extinction de l'arc sur tous les pôles et l'atténuation des phénomènes à haute fréquence (voir figure 13).

S'il est nécessaire d'avoir des informations complémentaires concernant, par exemple, la tension à travers l'un des pôles, la durée d'arc, l'énergie d'arc, la surtension de manœuvre, etc., celles-ci peuvent être obtenues par l'intermédiaire de capteurs complémentaires à travers chaque pôle et, dans ce cas, la résistance de chacun de ces circuits de mesure complémentaires ne doit pas être inférieure à 100 ohms par volt de la valeur efficace de la tension à travers les pôles pris séparément; cette valeur doit figurer au compte rendu d'essai.

b) *Détermination du courant coupé présumé*

Cette détermination s'effectue en comparant les courbes de courant relevées à l'enregistreur lors de l'étalonnage du circuit et celles relevées lors de l'essai de coupure du matériel (voir figure 13).

En courant alternatif, la composante périodique du courant coupé présumé est prise égale à la valeur efficace de la composante périodique du courant d'étalonnage à l'instant correspondant à la séparation des contacts d'arc (valeur correspondant à $A_2/2\sqrt{2}$ de la figure 13, point a)). Le courant coupé présumé doit être la moyenne des courant

For d.c. switching devices parting their contacts before the peak value of the calibration curve is reached, it is sufficient to make a calibration record with additional pure resistance in the circuit to demonstrate that the rate of rise of the current expressed in amperes/second is the same as for the test current and the time-constant specified (see Figure 15). This additional resistance shall be such that the peak value of the calibration current curve is at least equal to the peak value of the breaking current. This resistance shall be removed for the actual test (see Sub-clause 8.3.4.1.8 *b*)).

8.3.4.1.6 *Test procedure*

After calibration of the test circuit in accordance with Sub-clause 8.3.4.1.5, the temporary connections are replaced by the equipment under test, and its connecting cables, if any.

Tests for the performance under short-circuit conditions shall be made according to the requirements of the relevant product standard.

8.3.4.1.7 *Behaviour of the equipment during short-circuit making and breaking tests*

There shall be neither arcing nor flashover between poles, or between poles and frame, and no melting of the fusible element F in the leakage detection circuit (see Sub-clause 8.3.4.1.2).

Tests concerning the evaluation of the emission of arc products are under consideration.

8.3.4.1.8 *Interpretation of records*

a) Determination of the applied voltage and power-frequency recovery voltage

The applied voltage and the power-frequency recovery voltage are determined from the record corresponding to the break test made with the apparatus under test, and evaluated as indicated in Figure 13 for a.c. and in Figure 14 for d.c.

The voltage on the supply side shall be measured during the first complete cycle after arc extinction in all poles and after high frequency phenomena have subsided (see Figure 13).

If additional information is required regarding, for example, the voltage across individual poles, arcing time, arcing energy, switching overvoltage, etc., this may be obtained by means of additional sensing devices across each pole, in which case the resistance of each of these measuring circuits shall be not less than 100 ohms per volts of the r.m.s. value of voltage across individual poles; this value shall be stated in the test report.

b) Determination of the prospective breaking current

This determination is made by comparing the current curves, recorded during the calibration of the circuit, with those recorded during the break test of the equipment (see Figure 13).

For a.c., the a.c. component of the prospective breaking current is taken as being equal to the r.m.s. value of the a.c. component of the calibration current at the instant which corresponds to the separation of the arcing contacts (value corresponding to $A_2/2\sqrt{2}$ of Figure 13, item *a*)). The prospective breaking current shall be the average of the pros-

présupposés dans toutes les phases; la différence entre la moyenne de ces courants et la valeur du courant présumé dans n'importe quelle phase ne doit pas dépasser 10% de sa valeur moyenne.

En courant continu, la valeur du courant coupé présumé est prise égale à la valeur maximale A_2 déterminée d'après la courbe d'étalonnage pour les matériels qui coupent avant que le courant ait atteint sa valeur maximale et à la valeur A pour les matériels qui coupent après que le courant a dépassé sa valeur maximale (voir figure 14, points *a*) et *b*)).

Dans le cas de matériels pour courant continu essayés suivant les prescriptions de la note du paragraphe 8.3.4.1.5, si l'étalonnage du circuit d'essai a été effectué à un courant I_1 , inférieur au pouvoir assigné de coupure, l'essai est considéré comme nul si le courant réellement coupé I_2 est supérieur à I_1 , et il doit être recommencé après un étalonnage à un courant I_3 de valeur supérieure à I_2 (voir figure 15).

Le courant coupé présumé $A_2 = \frac{U}{R}$ sera déterminé en calculant la résistance R du circuit d'essai à partir des résistances R_1 des circuits d'étalonnage correspondants. La constante de temps du circuit d'essai est donnée par :

$$T = \frac{A_2}{di/dt}$$

c) Détermination de la valeur de crête du courant établi présumé

La valeur de crête du courant établi présumé est déterminée d'après l'enregistrement d'étalonnage et sa valeur doit être prise à celle correspondant à A_1 de la figure 13, point *a*) en courant alternatif et à A_2 de la figure 14 en courant continu. Dans le cas d'un essai triphasé, sa valeur doit être prise égale à la plus grande des trois valeurs A_1 obtenues d'après l'enregistrement.

Note. — Dans le cas d'essais sur un matériel unipolaire, la valeur de crête du courant établi présumé, déterminée d'après l'enregistrement de l'étalonnage, peut être différente de la valeur réelle du courant établi correspondant à l'essai, suivant l'instant d'établissement.

8.3.4.1.9 Etat du matériel après les essais

Après les essais, le matériel doit répondre aux prescriptions de la norme de matériel correspondante.

8.3.4.2 Pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit

Les modalités d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit doivent être indiquées dans la norme de matériel correspondante.

8.3.4.3 Vérification de la tenue au courant assigné de courte durée admissible

L'essai doit être effectué sur le matériel en position de fermeture, avec un courant présumé de valeur égale à celle du courant assigné de courte durée admissible et à la tension d'emploi correspondante dans les conditions générales du paragraphe 8.3.4.1.

Au cas où la station d'essai rencontrerait des difficultés pour effectuer cet essai à la tension d'emploi, elle pourrait le faire sous toute tension convenable plus faible, mais au moins égale à 80 V, le courant réel d'essai étant, dans ce cas, égal au courant assigné de courte durée admissible I_{cw} . Ce fait doit être mentionné au compte rendu d'essai. Cependant, si une séparation momentanée des contacts se produit au cours de l'essai, celui-ci doit être répété à la tension assignée d'emploi.

Pour cet essai, tout déclencheur à maximum de courant, s'il en existe, susceptible de fonctionner au cours de l'essai, doit être rendu inactif.

a) En courant alternatif

Les essais doivent être effectués à la fréquence assignée au matériel avec une tolérance de $\pm 25\%$ et au facteur de puissance correspondant au courant assigné de courte durée admissible conformément au tableau XVI.

pective currents in all phases; the prospective current in any phase shall not vary from the average by more than 10% of the average.

For d.c., the value of the prospective breaking current is taken as being equal to the maximum value A_2 as determined from the calibration curve for equipment breaking before the current has reached its maximum value, and to the value A for equipment breaking after the current has passed its maximum value (see Figure 14, items *a*) and *b*)).

For d.c. equipment tested according to the requirements of Sub-clause 8.3.4.1.5, when the calibration of the test circuit has been made at a current I_1 lower than the rated breaking capacity, the test is considered void if the actual breaking current I_2 is higher than I_1 and it shall be carried out again after a calibration at a current I_3 of a higher value than I_2 (see Figure 15).

The prospective breaking current $A_2 = \frac{U}{R}$ shall be determined by calculating the resistance R of the test circuit from the resistors R_1 of the corresponding calibration circuits. The time-constant of the test circuit is given by:

$$T = \frac{A_2}{di/dt}.$$

c) Determination of the prospective peak making current

The prospective peak making current is determined from the calibration record and its value shall be taken as being that corresponding to A_1 of Figure 13, Item *a*) for a.c. and to A_2 of Figure 14 for d.c. In the case of a three-phase test it shall be taken as the highest of the three A_1 values obtained from the record.

Note. — For tests on single-pole equipment, the prospective peak making current determined from the calibration record may differ from the value of the actual making current corresponding to the test, depending on the instant of making.

8.3.4.1.9 Condition of the equipment after the tests

After the tests, the equipment shall comply with the requirements of the relevant product standard.

8.3.4.2 Short-circuit making and breaking capacities

The test procedure for verification of the rated short-circuit making and breaking capacities of the equipment shall be given in the relevant product standard.

8.3.4.3 Verification of the ability to carry the rated short-time withstand current

The test shall be made with the equipment in the closed position, at a prospective current equal to the rated short-time withstand current and the corresponding operational voltage under the general conditions of Sub-clause 8.3.4.1.

In the case of the test station having difficulty in making this test at the operational voltage, it may be made at any convenient lower voltage, but not less than 80 V, the actual test current being, in this case, equal to the rated short-time withstand current I_{cw} . This shall be stated in the test report. If, however, momentary contact separation occurs during the test, the test shall be repeated at the rated operational voltage.

For this test, over-current releases, if any, likely to operate during the test, shall be rendered inoperative.

a) For a.c.

The 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 rated short-time withstand current in accordance with Table XVI.

La valeur du courant au cours de l'étalonnage est la moyenne des valeurs efficaces des composantes périodiques dans toutes les phases (voir paragraphe 4.3.6.1). Lorsque l'essai est effectué à la tension assignée d'emploi, le courant d'étalonnage est le courant présumé; lorsque l'essai est effectué à toute tension plus basse, le courant d'étalonnage est le courant réel d'essai. Le courant dans chaque phase doit être dans les limites de tolérance spécifiées au paragraphe 8.3.2.2.2. Le courant doit être appliqué pendant la durée spécifiée au cours de laquelle la valeur efficace de sa composante périodique doit rester constante.

Note. — La valeur du courant d'étalonnage pour l'essai peut être augmentée au-delà de celle qui est permise par les tolérances, avec l'accord du constructeur.

La valeur de crête la plus élevée du courant pendant sa première période ne doit pas être inférieure à n fois le pouvoir assigné de coupure en court-circuit, la valeur n étant celle qui correspond à cette valeur de courant dans le tableau XVI.

Si cependant les caractéristiques de la station d'essai sont telles que ces conditions ne peuvent être réalisées, les variantes ci-après pourront être utilisées à condition que

$$\int_0^{t_{\text{test}}} i_{\text{test}}^2 dt \geq I^2 \times t_{\text{st}}$$

où:

t_{test} est la durée de l'essai

t_{st} est la courte durée

i_{test} est le courant d'étalonnage si la composante périodique n'est pas constante ou $\geq I_{\text{cw}}$

I est le courant réel d'étalonnage supposé avoir une composante périodique constante

Si le décrement du courant de court-circuit de la station d'essai est tel que le courant assigné de courte durée admissible ne peut être obtenu pendant la durée assignée sans nécessiter l'application initiale d'un courant trop élevé, la valeur efficace du courant pendant l'essai pourra être réduite au-dessous de la valeur spécifiée, la durée de l'essai étant augmentée en conséquence, pourvu que la valeur de la plus grande crête du courant ne soit pas inférieure à celle qui est spécifiée.

Si, en vue d'obtenir la valeur de crête prescrite, la valeur efficace du courant doit être augmentée au-delà de la valeur spécifiée, la durée de l'essai doit être réduite en conséquence.

b) *En courant continu*

Le courant doit être appliqué pendant le temps spécifié et sa valeur moyenne, déterminée d'après l'enregistrement, doit être au moins égale à celle qui est spécifiée.

Si les caractéristiques de la station d'essai sont telles que les prescriptions précédentes ne peuvent être remplies pendant la durée assignée sans nécessiter l'application initiale d'un courant trop élevé, la valeur du courant pendant l'essai pourra être réduite au-dessous de la valeur spécifiée, la durée de l'essai étant augmentée en conséquence, pourvu que la valeur maximale du courant ne soit pas inférieure à celle qui est spécifiée.

Si la station d'essai ne permet pas d'effectuer ces essais en courant continu, ceux-ci pourront, par accord entre le constructeur et l'utilisateur, être effectués en courant alternatif moyennant certaines précautions, comme de ne pas dépasser en valeur de crête le courant admissible.

c) *Comportement du matériel pendant et après l'essai*

Le comportement du matériel au cours de l'essai doit être défini dans la norme de matériel correspondante.

Après l'essai, le matériel doit pouvoir être manœuvré à l'aide de ses organes de manœuvre normaux.

The value of current during the calibration is the average of the r.m.s. values of the a.c. components in all phases (see Sub-clause 4.3.6.1). When making the test at rated operational voltage, the calibration current is the prospective current; when making the test at any lower voltage, the calibration current is the actual test current. In each phase, the current shall be within the tolerance specified in Sub-clause 8.3.2.2.2. The current shall be applied for the specified time during which the r.m.s. value of its a.c. component shall remain constant.

Note. — The value of the calibration test current may be increased beyond that permitted by the tolerance with the consent of the manufacturer.

The highest peak value of the current during its first cycle shall be not less than n times the rated short-time withstand current, the value of n being that corresponding to this value of current according to Table XVI.

When, however, the characteristics of the testing station are such that the above requirements cannot be obtained, the following alternatives are permitted provided that:

$$\int_0^{t_{\text{test}}} i_{\text{test}}^2 dt \geq I^2 \times t_{\text{st}}$$

where:

t_{test} is the duration of the test

t_{st} is the short time

i_{test} is the calibration current if the a.c component is not constant or $\geq I_{\text{cw}}$

I is the actual calibration current assumed to have a constant a.c component

If the decrement of the short-circuit current of the testing station is such that the rated short-time withstand current cannot be obtained for the rated time without applying initially an excessively high current, the r.m.s. value of the current may be permitted to fall during the test below the specified value, the duration being increased appropriately, provided that the value of the highest peak current is not less than that specified.

If, in order to obtain the required peak value, the r.m.s. value of the current has to be increased above the specified current, the duration of the test shall be reduced accordingly.

b) For d.c.

The current shall be applied for the specified time and its mean value determined from the record shall be at least equal to the specified value.

When the characteristics of the testing station are such that the above requirements cannot be obtained for the rated time without applying initially an excessively high current, the value of the current may be permitted to fall during the test below the specified value, the duration being increased appropriately, provided that the maximum value of the current is not less than that specified.

If the testing station is unable to make these tests on d.c., they may, if agreed between manufacturer and user, be made on a.c., provided suitable precautions are taken: for instance, the peak value of current shall not exceed the permissible current.

c) Behaviour of the equipment during and after the test

Behaviour of the equipment during the test shall be defined in the relevant product standard.

After the test, it shall be possible to operate the equipment by its normal operating means.

8.3.4.4 *Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits et courant assigné de court-circuit conditionnel*

Les conditions et les modalités d'essais doivent, le cas échéant, être précisées dans la norme de matériel correspondante.

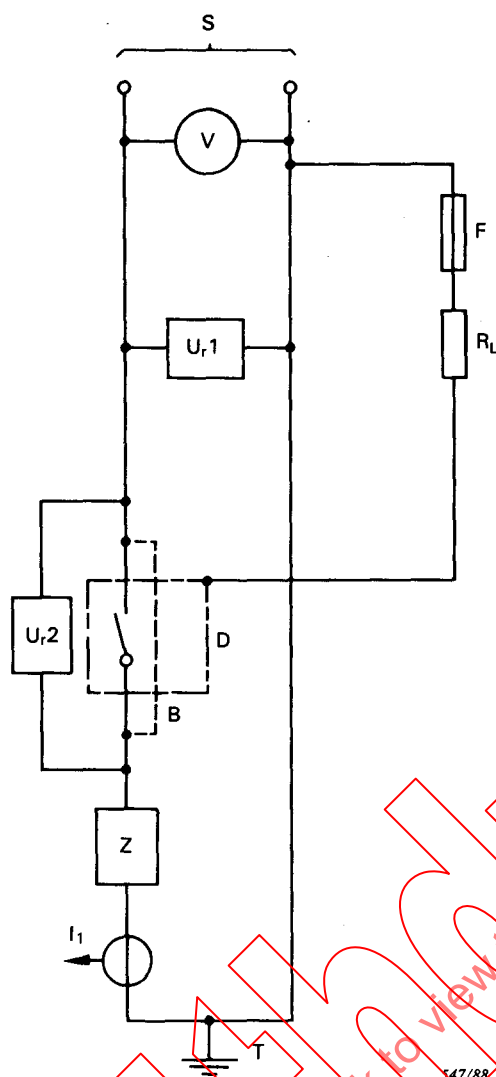
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-1:1988

Withdrawn

8.3.4.4 *Co-ordination with short-circuit protective devices and rated conditional short-circuit current*

Test conditions and procedures, where applicable, shall be stated in the relevant product standard.

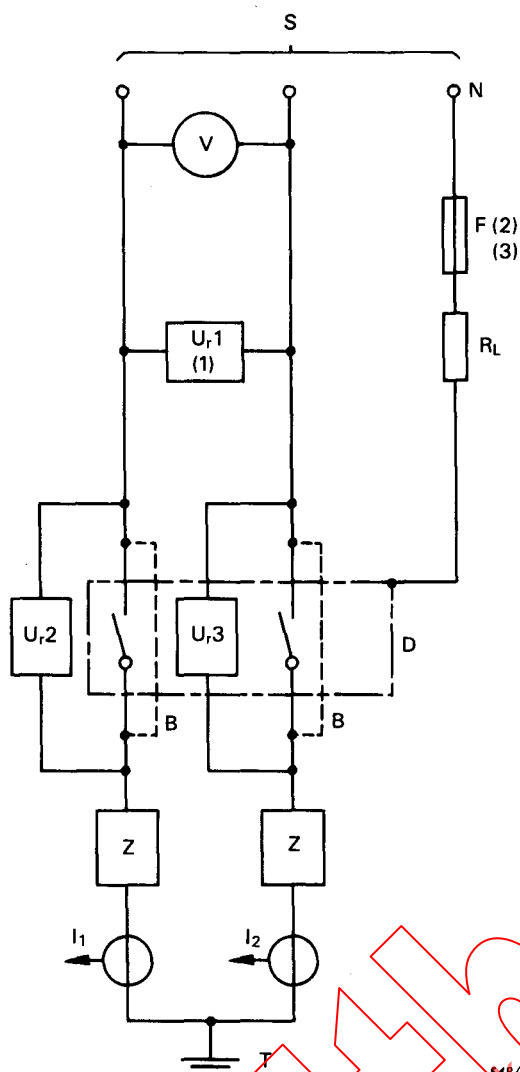
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-1:1988



- S = Source Supply
- U_{r1}, U_{r2} = Capteurs de tension
Voltage sensors
- V = Dispositif de mesure de tension
Voltage measuring device
- F = Élément fusible (paragraphe 8.3.3.5.2. g))
Fusible element (Sub-clause 8.3.3.5.2. g))
- Z = Circuit de charge (voir figure 8)
Load circuit (see Figure 8)
- R_L = Résistance de limitation du courant de défaut
Fault current limiting resistor
- D = Matériel en essai (avec câbles de raccordement)
Equipment under test (including connecting cables)
- B = Connexion provisoire d'étalonnage
Temporary connection for calibration
- I_1 = Capteur de courant
Current sensor
- T = Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source)
Earth – One earthing point only (load side or supply side)

FIG. 3. — Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel unipolaire en courant monophasé ou en courant continu.

Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a single-pole equipment on single-phase a.c. or on d.c.



S	= Source Supply
U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}	= Capteurs de tension Voltage sensors
V	= Dispositif de mesure de tension Voltage measuring device
N	= Neutre de la source (ou neutre artificiel) Neutral of supply (or artificial neutral)
F	= Élément fusible (paragraphe 8.3.3.5.2 g)) Fusible element (Sub-clause 8.3.3.5.2 g))
Z	= Circuit de charge (voir figure 8) Load circuit (see Figure 8)
R_L	= Résistance de limitation du courant de défaut Fault current limiting resistor
D	= Matériel en essai (avec câbles de raccordement) Equipment under test (including connecting cables)
B	= Connexions provisoires d'étalonnage Temporary connections for calibration
I_1, I_2	= Capteurs de courant Current sensors
T	= Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source) Earth – One earthing point only (load side or supply side)

Notes

- 1) U_{r1} peut, en variante, être raccordé entre phase et neutre.
- 2) Dans le cas de matériels destinés à être employés dans un réseau dont une phase est reliée à la terre, ou lorsque ce schéma est utilisé pour l'essai du pôle neutre et du pôle adjacent d'un matériel tétrapolaire, F doit être raccordé à une phase de l'alimentation. Dans le cas du courant continu, F doit être raccordé au négatif de l'alimentation.
- 3) Aux Etats-Unis et au Canada, F doit être relié:
 - à une phase de l'alimentation pour les matériels marqués d'une seule valeur de U_e
 - au neutre pour les matériels marqués d'une double valeur de U_e (voir note du paragraphe 5.2).

1) U_{r1} may, alternatively, be connected between phase and neutral.

2) In the case of equipment intended for use in phase-earthed systems or if this diagram is used for the test of the neutral and adjacent pole of a 4-pole equipment, F shall be connected to one phase of the supply.

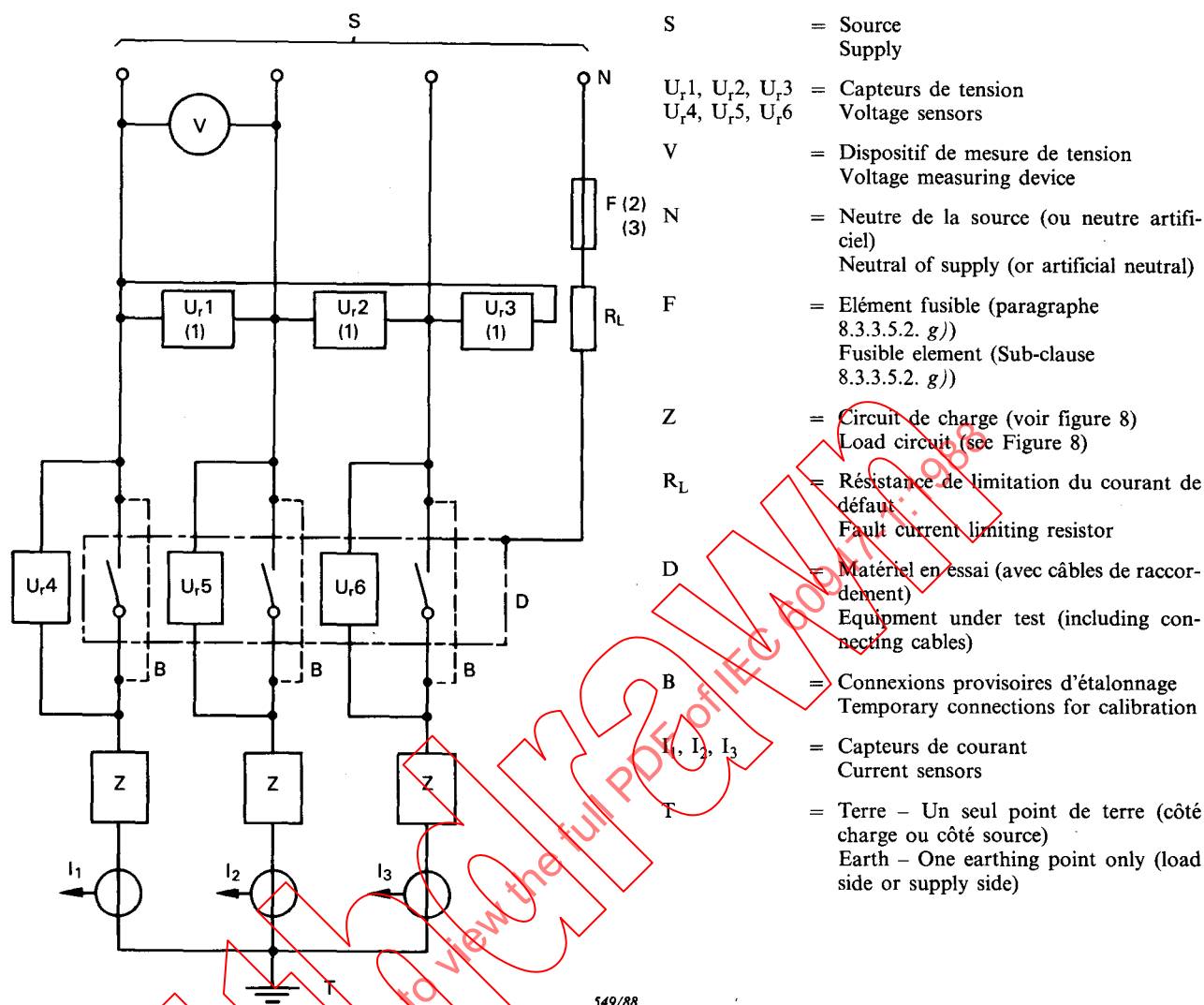
In the case of d.c., F shall be connected to the negative of the supply.

3) In the USA and Canada, F shall be connected:

- to one phase of the supply for equipment marked with a single value of U_e
- to the neutral for equipment marked with a twin voltage (see Note to Sub-clause 5.2).

FIG. 4. — Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel bipolaire en courant monophasé ou en courant continu.

Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a two-pole equipment on single-phase a.c. or on d.c.



Notes

- 1) U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} peuvent, en variante, être raccordés entre phase et neutre.
- 2) Dans le cas de matériels destinés à être employés dans un réseau dont une phase est reliée à la terre, ou lorsque ce schéma est utilisé pour l'essai du pôle neutre et du pôle adjacent d'un matériel tétrapolaire, F doit être raccordé à une phase de l'alimentation.
 Dans le cas du courant continu, F doit être raccordé au négatif de l'alimentation.
- 3) Aux Etats-Unis et au Canada, F doit être relié:
 - à une phase de l'alimentation pour les matériels marqués d'une seule valeur de U_e
 - au neutre pour les matériels marqués d'une double valeur de U_e (voir note du paragraphe 5.2).

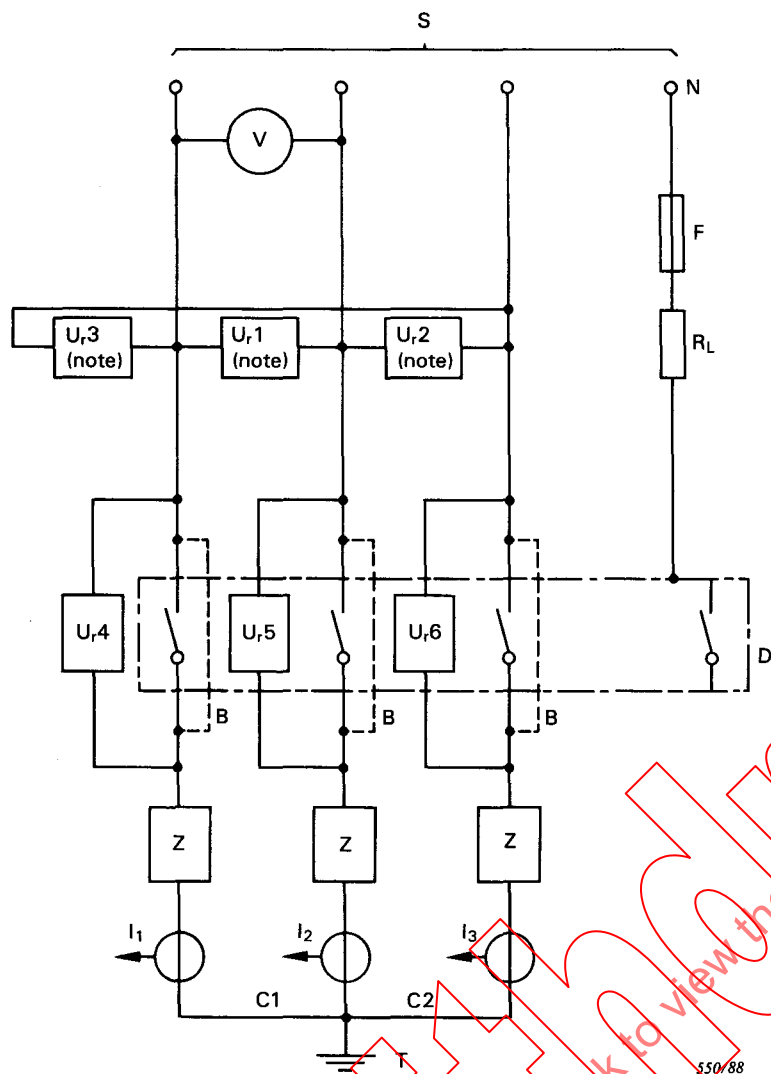
- 1) U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} may, alternatively, be connected between phase and neutral.
- 2) In the case of equipment intended for use in phase-earthed systems or if this diagram is used for the test of the neutral and adjacent pole of a 4-pole equipment, F shall be connected to one phase of the supply.

In the case of d.c., F shall be connected to the negative of the supply.

- 3) In the USA and Canada, F shall be connected:
 - to one phase of the supply for equipment marked with a single value of U_e
 - to the neutral for equipment marked with a twin voltage (see Note to Sub-clause 5.2).

FIG. 5. — Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel tripolaire.

Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a three-pole equipment.



- S = Source
Supply
- U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} = Capteurs de tension
Voltage sensors
- U_{r4}, U_{r5}, U_{r6} = Voltage sensors
- V = Dispositif de mesure de tension
Voltage measuring device
- N = Neutre de la source (ou neutre artificiel)
Neutral of supply (or artificial neutral)
- F = Élément fusible (paragraphe 8.3.3.5.2. g))
Fusible element (Sub-clause 8.3.3.5.2. g))
- Z = Circuit de charge (voir figure 8)
Load circuit (see Figure 8)
- R_L = Résistance de limitation du courant de défaut
Fault current limiting resistor
- D = Matériel en essai (avec câbles de raccordement)
Equipment under test (including connecting cables)
- B = Connexions provisoires d'étalonnage
Temporary connections for calibration
- I_1, I_2, I_3 = Capteurs de courant
Current sensors
- T = Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source)
Earth – One earthing point only (load side or supply side)

Note

U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} peuvent, en variante, être raccordés entre phase et neutre.

U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} may, alternatively, be connected between phase and neutral.

FIG. 6. — Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel tétrapolaire.

Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a four-pole equipment.

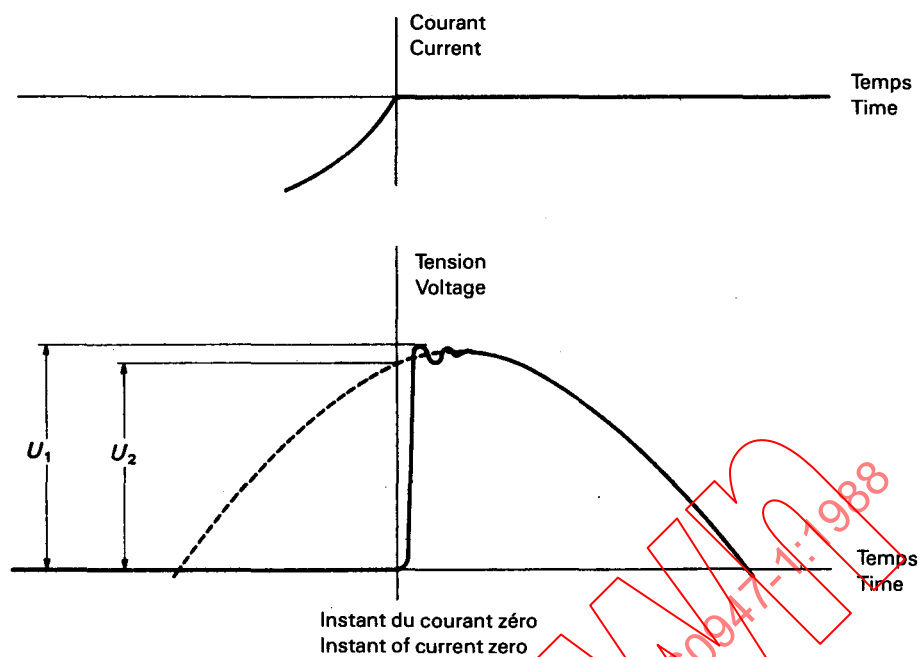
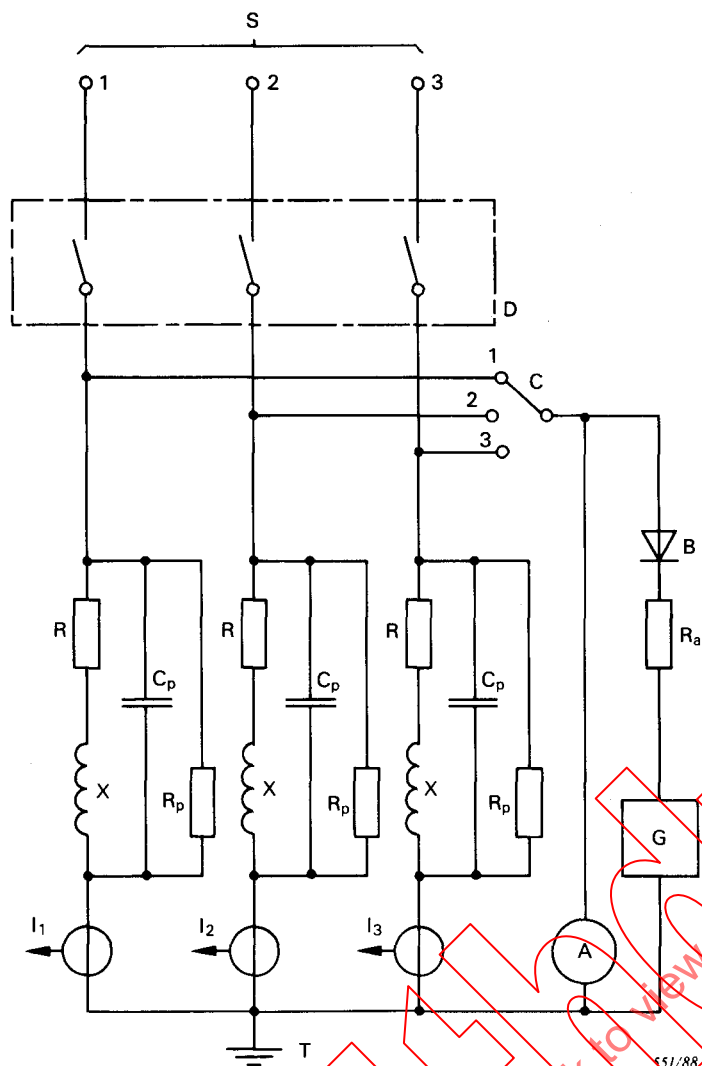


FIG. 7. — Représentation schématique de la tension de rétablissement entre les contacts de la première phase qui coupe (voir paragraphe 8.3.3.5.2 *e*)) dans des conditions idéales.

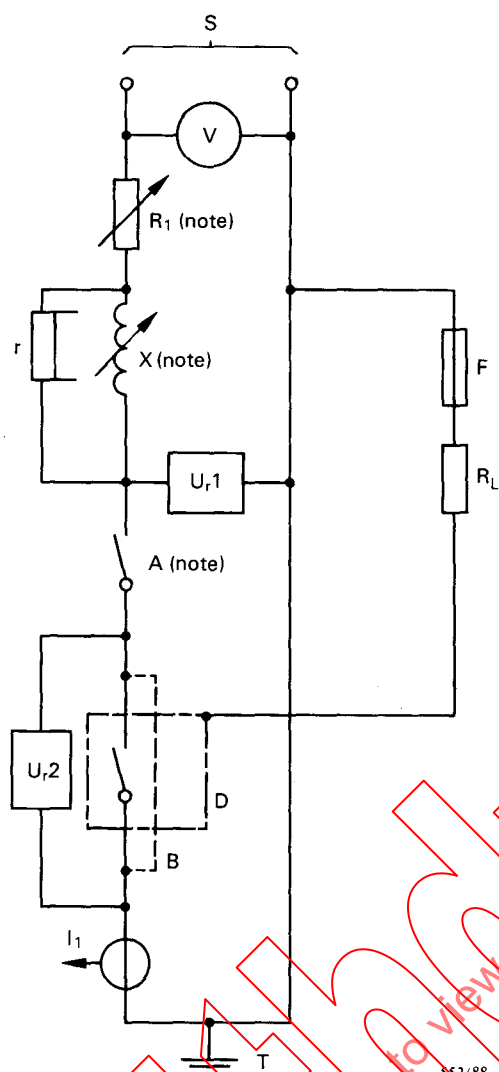
Schematic illustration of the recovery voltage across contacts of the first phase to clear (see Sub-clause 8.3.3.5.2 *e*)) under ideal conditions.



- S = Source
Supply
- D = Matériel en essai
Equipment under test
- C = Commutateur de réglage des phases
Phase adjustment selector switch
- B = Diode
- A = Enregistreur
Recorder
- R_a = Résistance
Resistor
- G = Générateur à haute fréquence
High-frequency generator
- R = Résistance du circuit de charge
Load circuit resistor
- X = Réactance du circuit de charge (paragraphe 8.3.3.5.2 d))
Load circuit reactor (Sub-clause 8.3.3.5.2 d))
- R_p = Résistance en parallèle
Resistor in parallel
- C_p = Condensateur en parallèle
Capacitor in parallel
- I_1, I_2, I_3 = Capteurs de courant
Current sensors

Les positions relatives du générateur à haute fréquence (G) et de la diode (B) doivent être celles qui sont indiquées.
The relative positions of the high-frequency generator (G) and of the diode (B) shall be as shown.

FIG. 8. — Schema d'une méthode de réglage du circuit de charge.
Diagram of a load circuit adjustment method.

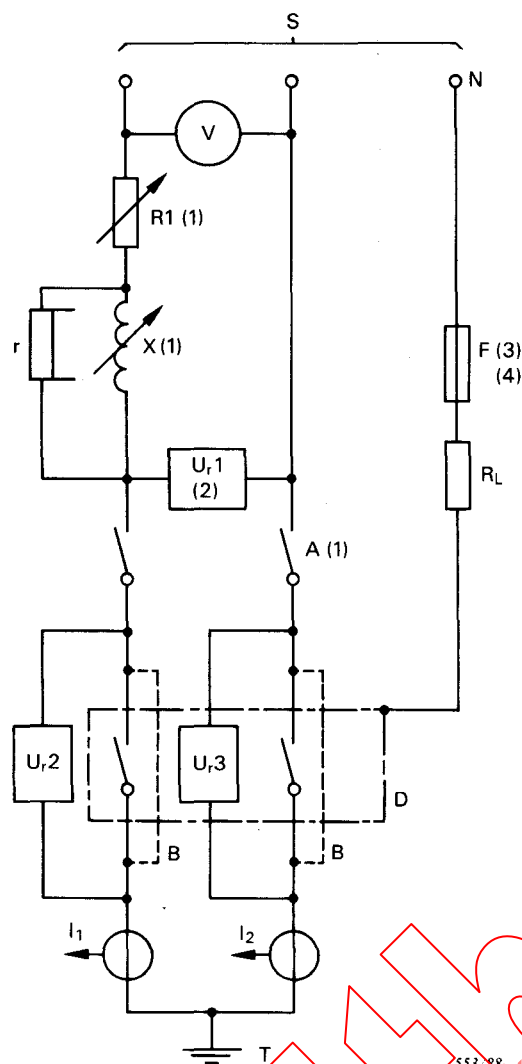


- S = Source Supply
- U_{r1}, U_{r2} = Capteurs de tension Voltage sensors
- V = Dispositif de mesure de tension Voltage measuring device
- A = Dispositif d'enclenchement Closing device
- R_1 = Résistance réglable Adjustable resistor
- F = Élément fusible (paragraphe 8.3.4.1.2 d)) Fusible element (Sub-clause 8.3.4.1.2 d))
- X = Réactance réglable Adjustable reactor
- R_L = Résistance de limitation du courant de défaut Fault current limiting resistor
- D = Matériel en essai (avec câbles de raccordement) Equipment under test (including connecting cables)
- B = Connexion provisoire d'étalonnage Temporary connections for calibration
- I_1 = Capteur de courant Current sensor
- T = Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source) Earth – One earthing point only (load side or supply side)
- r = Résistance shunt (paragraphe 8.3.4.1.2 b)) Shunt resistor (Sub-clause 8.3.4.1.2 b))

Note. — Les charges réglables X et R_1 peuvent être disposées soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation, le dispositif d'enclenchement A étant disposé dans la partie basse tension.
Adjustable loads X and R_1 may be located either on the high voltage side or on the low voltage side of the supply circuit, the closing device A being located on the low voltage side.

FIG. 9. — Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel unipolaire en courant monophasé ou en courant continu.

Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a single-pole equipment on single-phase a.c. or on d.c.



S	= Source Supply
U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}	= Capteurs de tension Voltage sensors
V	= Dispositif de mesure de tension Voltage measuring device
A	= Dispositif d'enclenchement Closing device
R_1	= Résistance réglable Adjustable resistor
N	= Neutre de la source (ou neutre artificiel) Neutral of supply (or artificial neutral)
F	= Élément fusible (paragraphe 8.3.4.1.2 d)) Fusible element (Sub-clause 8.3.4.1.2 d))
X	= Réactance réglable Adjustable reactor
R_L	= Résistance de limitation du courant de défaut Fault current limiting resistor
D	= Matériel en essai (avec câbles de raccordement) Equipment under test (including connecting cables)
B	= Connexions provisoires d'étalonnage Temporary connections for calibration
I_1, I_2	= Capteurs de courant Current sensors
T	= Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source) Earth – One earthing point only (load side or supply side)
r	= Résistance shunt (paragraphe 8.3.4.1.2 b)) Shunt resistor (Sub-clause 8.3.4.1.2 b))

Notes

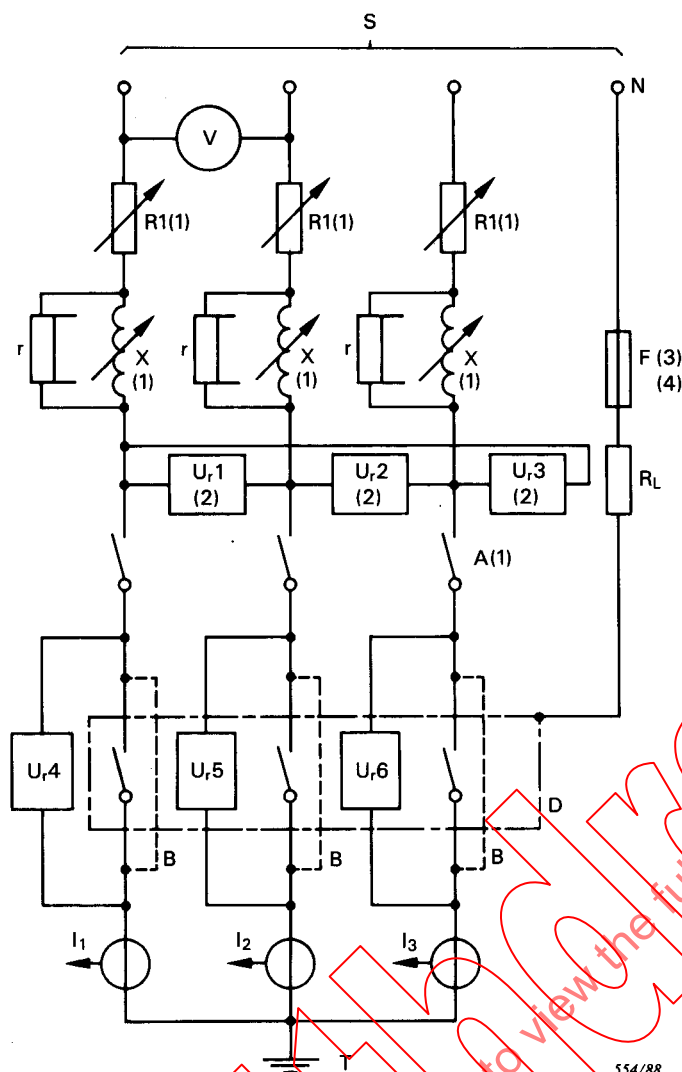
- 1) Les charges réglables X et R_1 peuvent être disposées, soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation, le dispositif d'enclenchement A étant disposé dans la partie basse tension.
- 2) U_{r1} peut, en variante, être raccordé entre phase et neutre.
- 3) Dans le cas de matériels destinés à être employés dans un réseau dont une phase est reliée à la terre, ou lorsque ce schéma est utilisé pour l'essai du pôle neutre et du pôle adjacent d'un matériel tétrapolaire, F doit être raccordé à une phase de l'alimentation.
Dans le cas du courant continu, F doit être raccordé au négatif de l'alimentation.
- 4) Aux Etats-Unis et au Canada, F doit être relié:
 - à une phase de l'alimentation pour les matériels marqués d'une seule valeur de U_e
 - au neutre pour les matériels marqués d'une double valeur de U_e (voir note du paragraphe 5.2).

- 1) Adjustable loads X and R_1 may be located either on the high voltage side or on the low voltage side of the supply circuit, the closing device A being located on the low voltage side.
- 2) U_{r1} may, alternatively, be connected between phase and neutral.
- 3) In the case of equipment intended for use in phase-earthed systems or if this diagram is used for the test of the neutral and adjacent pole of a 4-pole equipment, F shall be connected to one phase of the supply.

In the case of d.c., F shall be connected to the negative of the supply.

- 4) In the USA and Canada, F shall be connected:
 - to one phase of the supply for equipment marked with a single value of U_e
 - to the neutral for equipment marked with a twin voltage (see Note to Sub-clause 5.2).

FIG. 10. — Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel bipolaire en courant monophasé ou en courant continu.
Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a two-pole equipment on single-phase a.c. or on d.c.



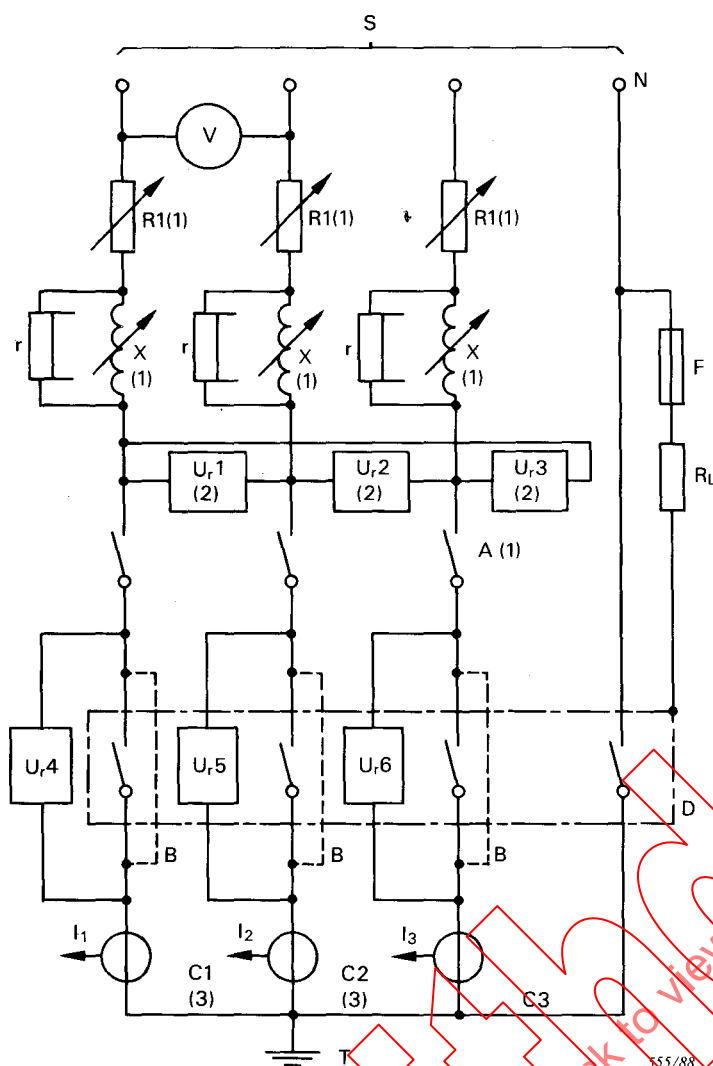
- | | |
|--------------------------|---|
| S | = Source
Supply |
| U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} | = Capteurs de tension |
| U_{r4}, U_{r5}, U_{r6} | = Voltage sensors |
| V | = Dispositif de mesure de tension
Voltage measuring device |
| A | = Dispositif d'enclenchement
Closing device |
| R_l | = Résistance réglable
Adjustable resistor |
| N | = Neutre de la source (ou neutre artificiel)
Neutral of supply (or artificial neutral) |
| F | = Élément fusible (paragraphe 8.3.4.1.2 d))
Fusible element (Sub-clause 8.3.4.1.2 d)) |
| X | = Réactances réglables
Adjustable reactors |
| R_L | = Résistance de limitation du courant de défaut
Fault current limiting resistor |
| D | = Matériel en essai (avec câbles de raccordement)
Equipment under test (including connecting cables) |
| B | = Connexions provisoires d'étalonnage
Temporary connections for calibration |
| I_1, I_2, I_3 | = Capteurs de courant
Current sensors |
| T | = Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source)
Earth – One earthing point only (load side or supply side) |
| r | = Résistance shunt (paragraphe 8.3.4.1.2 b))
Shunt resistor (Sub-clause 8.3.4.1.2 b)) |

Notes

- 1) Les charges réglables X et R_1 peuvent être disposées, soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation, le dispositif d'enclenchement A étant disposé dans la partie basse tension.
 - 2) U_{r1} , U_{r2} , U_{r3} peuvent, en variante, être raccordés entre phase et neutre.
 - 3) Dans le cas de matériels destinés à être employés dans un réseau dont une phase est reliée à la terre, ou lorsque ce schéma est utilisé pour l'essai du pôle neutre et du pôle adjacent d'un matériel tétrapolaire, F doit être raccordé à une phase de l'alimentation.
 - 4) Aux Etats-Unis et au Canada, F doit être relié:
 - à une phase de l'alimentation pour les matériels marqués d'une seule valeur de U_e
 - au neutre pour les matériels marqués d'une double valeur de U_e (voir note du paragraphe 5.2).

FIG. 11. — Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel tripolaire.

Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a three-pole equipment.



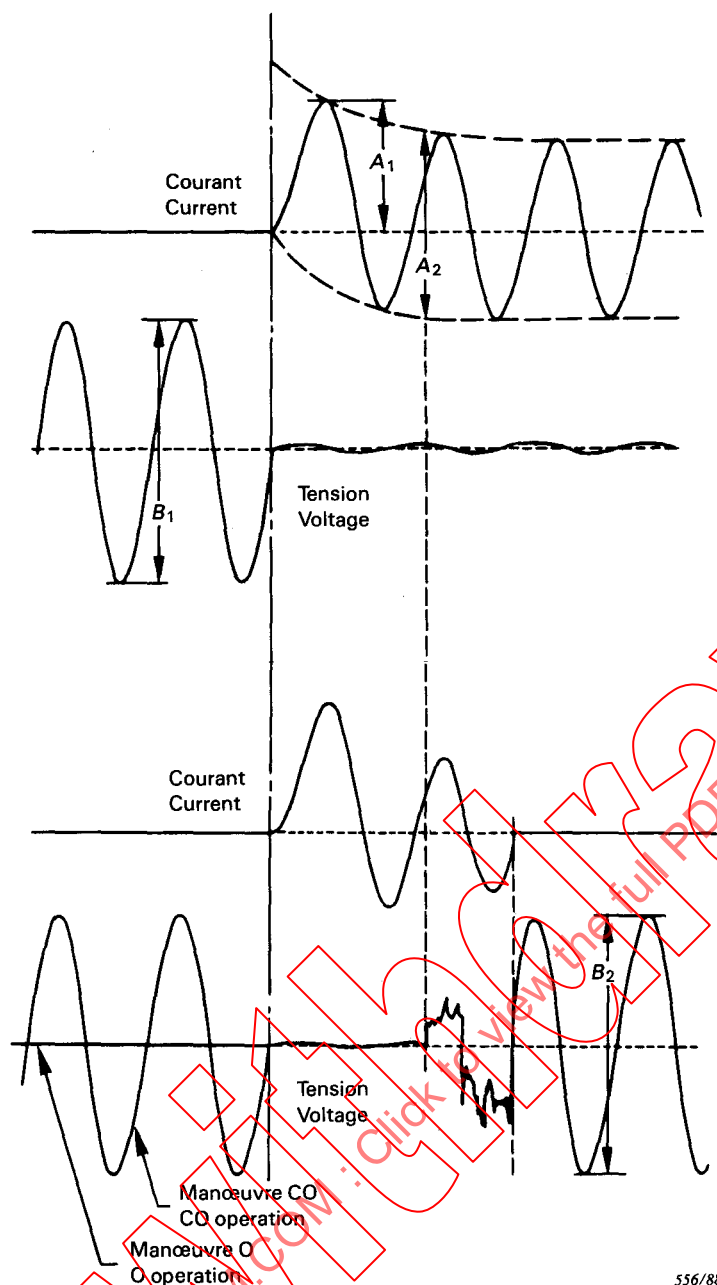
S	= Source Supply
Ur1, Ur2, Ur3	= Capteurs de tension
Ur4, Ur5, Ur6	= Voltage sensors
V	= Dispositif de mesure de tension
	Voltage measuring device
R1	= Résistance réglable
	Adjustable resistor
N	= Neutre de la source
	Neutral of supply
F	= Élément fusible (paragraphe 8.3.4.1.2 d))
	Fusible element (Sub-clause 8.3.4.1.2 d))
X	= Réactances réglables
	Adjustable reactors
RL	= Résistance de limitation du courant de défaut
	Fault current limiting resistor
A	= Dispositif d'enclenchement
	Closing device
D	= Matériel en essai (avec câbles de raccordement)
	Equipment under test (including connecting cables)
B	= Connexions provisoires d'étalonnage
	Temporary connections for calibration
I1, I2, I3	= Capteurs de courant
	Current sensors
T	= Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source)
	Earth – One earthing point only (load side or supply side)
r	= Résistance shunt (paragraphe 8.3.4.1.2 b))
	Shunt resistor (Sub-clause 8.3.4.1.2 b))

Notes

- 1) Les charges réglables X et R₁ peuvent être disposées, soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation, le dispositif d'enclenchement A étant disposé dans la partie basse tension.
- 2) Ur1, Ur2, Ur3 peuvent, en variante, être raccordés entre phase et neutre.
- 3) Si un essai supplémentaire entre le pôle neutre et le pôle adjacent est demandé, les connexions C1 et C2 ne sont pas utilisées.
- 1) Adjustable loads X and R₁ may be located either on the high voltage side or on the low voltage side of the supply circuit, the closing device A being located on the low voltage side.
- 2) Ur1, Ur2, Ur3 may, alternatively, be connected between phase and neutral.
- 3) If an additional test is required between the neutral pole and the adjacent pole, the connections C1 and C2 are omitted.

FIG. 12. — Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel tétrapolaire.

Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a four-pole equipment.



a) = Etalonnage du circuit
Calibration of circuit

A_1 = Courant crête établi présumé
Prospective peak making current

$\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$ = Courant coupé présumé symétrique (valeur efficace)
Prospective symmetrical breaking current (r.m.s. value)

$\frac{B_1}{2\sqrt{2}}$ = Tension appliquée (valeur efficace)
Applied voltage (r.m.s. value)

b) = Manœuvre d'O ou de CO
O or CO operation

$\frac{B_2}{2\sqrt{2}}$ = Tension de source (valeur efficace)
Supply voltage (r.m.s. value)

Pouvoir de fermeture (valeur de crête) = A_1 *

Pouvoir de coupure (valeur efficace) = $\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$ *

Notes

1) L'amplitude du tracé de tension, après l'initiation du courant d'essai, varie selon les positions relatives du dispositif d'enclenchement, des impédances réglables, des capteurs de tension et selon le schéma du circuit d'essai.

2) L'instant de l'établissement est supposé être le même pour l'étalonnage et pour l'essai.

* Voir paragraphe 8.3.4.1.8 b) et c).

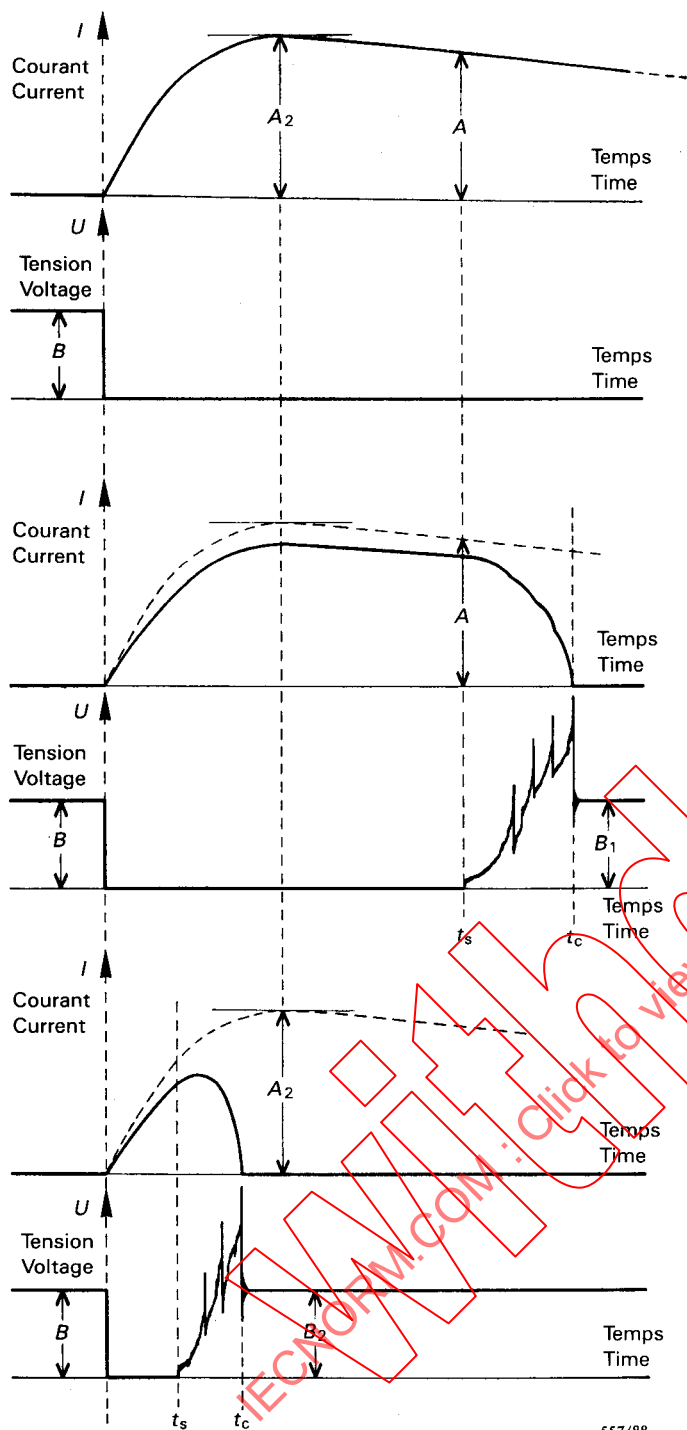
1) The amplitude of the voltage trace, after initiation of the test current, varies according to the relative positions of the closing device, the adjustable impedances, the voltage sensors and according to the test circuit diagram.

2) It is assumed that the instant of making is the same for calibration and test.

* See Sub-clause 8.3.4.1.8 b) and c).

FIG. 13. — Exemple d'enregistrement d'un essai de fermeture ou de coupure en court-circuit dans le cas d'un matériel unipolaire en courant monophasé.

Example of short-circuit making and breaking test record in the case of a single-pole equipment on single-phase a.c.



a) Etalonnage du circuit.

Courant établi présumé (valeur de crête) = A_2

a) Calibration of the circuit.

Prospective peak making current = A_2

b) Oscillogramme correspondant à une coupure intervenant après que le courant a dépassé sa valeur maximale.

Pouvoir de coupure en court-circuit:

Courant $I = A$ sous tension $U = B_1$

Pouvoir de fermeture en court-circuit:

Courant $I = A_2$ sous tension $U = B$

b) Oscillogram corresponding to a break after the current has passed its maximum value.

Short-circuit breaking capacity:

Current $I = A$ at voltage $U = B_1$

Short-circuit making capacity:

Current $I = A_2$ at voltage $U = B$

c) Oscillogramme correspondant à une coupure intervenant avant que le courant ait atteint sa valeur maximale.

Pouvoir de coupure en court-circuit:

Courant $I = A_2$ sous tension $U = B_2$

Pouvoir de fermeture en court-circuit:

Courant $I = A_2$ sous tension $U = B$

c) Oscillogram corresponding to a break before the current has reached its maximum value.

Short-circuit breaking capacity:

Current $I = A_2$ at voltage $U = B_2$

Short-circuit making capacity:

Current $I = A_2$ at voltage $U = B$

FIG. 14. — Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit en courant continu (paragraphe 8.3.4.1.8).

Verification of short-circuit making and breaking capacities on d.c.
(Sub-clause 8.3.4.1.8).

— Page blanche —

— Blank page —

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-1:1988

Withd2M

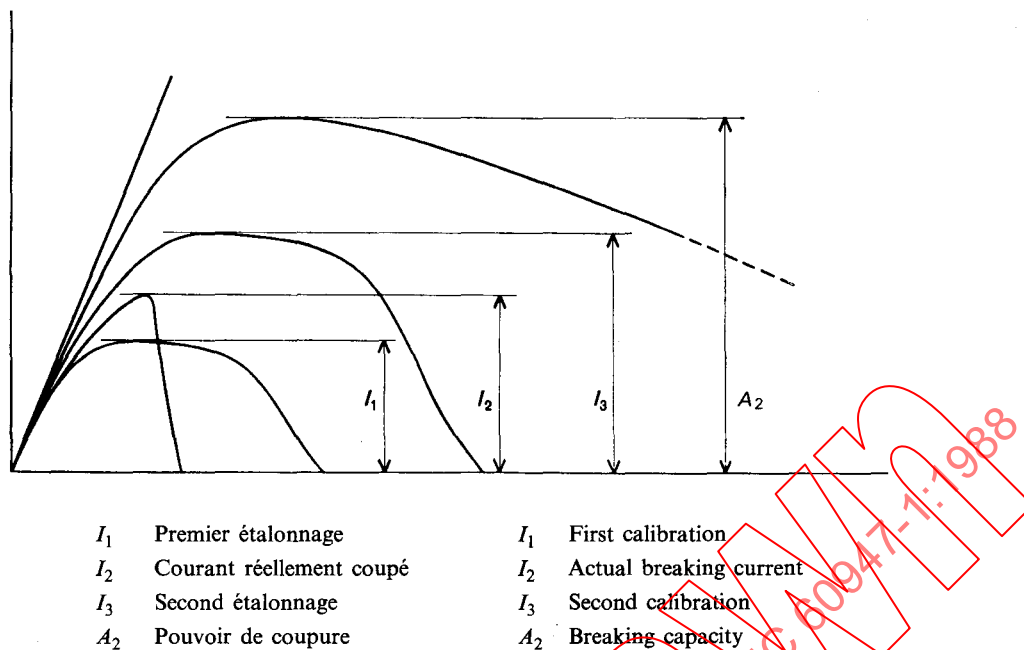


FIG. 15. — Détermination du courant coupé présumé dans le cas où le premier étalonnage du circuit d'essai a été effectué à un courant inférieur au pouvoir assigné de coupure (paragraphe 8.3.4.1.8 b)).

Determination of the prospective breaking current when the first calibration of the test circuit has been made at a current lower than the rated breaking capacity (Sub-clause 8.3.4.1.8 b)).

ANNEXE A

EXEMPLES DE CATÉGORIES D'EMPLOI POUR L'APPAREILLAGE
À BASSE TENSION

Nature du courant	Catégorie	Applications caractéristiques	Norme CEI de matériel correspondante (voir article 1)
Alternatif	AC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistances.	947-4
	AC-2	Moteurs à bagues: démarrage, coupure.	
	AC-3	Moteurs à cage: démarrage, coupure des moteurs lancés.	
	AC-4	Moteurs à cage: démarrage, inversion de marche ¹⁾ , marche par à-coups ²⁾ .	
	AC-5a	Commande de lampes à décharge.	
	AC-5b	Commande de lampes à incandescence.	
	AC-6a	Commande de transformateurs.	
	AC-6b	Commande de batteries de condensateurs.	
	AC-7a	Charges faiblement inductives pour appareils domestiques et applications similaires.	
	AC-7b	Moteurs pour applications domestiques.	
	AC-8a	Commande de moteurs de compresseurs hermétiques de réfrigération avec réarmement manuel des déclencheurs de surcharge.	947-5
	AC-8b	Commande de moteurs de compresseurs hermétiques de réfrigération avec réarmement automatique des déclencheurs de surcharge.	
	AC-12	Commande de charges ohmiques et de charges statiques isolées par photo-coupleur.	
	AC-13	Commande de charges statiques isolées par transformateur.	947-5
	AC-14	Commande de faibles charges électromagnétiques d'électro-aimants	
	AC-15	Commande de charges électromagnétiques d'électro-aimants.	947-3
	AC-20	Fermeture et ouverture à vide.	
AC-21	Charges ohmiques, y compris surcharges modérées.		
AC-22	Charges mixtes ohmiques et inductives, y compris surcharges modérées.		
AC-23	Charges constituées par des moteurs ou autres charges fortement inductives.		
Alternatif et continu	A	Protection des circuits sans courant assigné de courte durée admissible.	947-2
	B	Protection des circuits avec courant assigné de courte durée admissible.	
Continu	DC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistances.	947-4
	DC-3	Moteurs shunt, démarrage, inversion de marche ¹⁾ , marche par à-coups ²⁾ , coupure dynamique de moteurs.	
	DC-5	Moteurs série, démarrage, inversion de marche ¹⁾ , marche par à-coups ²⁾ , coupure dynamique de moteurs.	
	DC-6	Commande de lampes à incandescence.	
	DC-12	Commande de charges ohmiques et de charges statiques isolées par photo-coupleurs.	947-5
	DC-13	Commande d'électro-aimants à courant continu.	
	DC-14	Commande d'électro-aimants à courant continu ayant des résistances d'économie.	
	DC-20	Fermeture et ouverture à vide.	947-3
	DC-21	Charges résistives, y compris surcharges modérées.	
	DC-22	Charges mixtes résistives et inductives, y compris surcharges modérées (par exemple: moteurs shunt).	
	DC-23	Charges fortement inductives (par exemple: moteurs série).	
¹⁾ Par inversion de marche, on entend l'arrêt ou l'inversion rapide du sens de rotation du moteur en permutant des connexions d'alimentation du moteur pendant que celui-ci tourne.			
²⁾ Par marche par à-coups, on entend une commande caractérisée par une ou plusieurs fermetures brèves et fréquentes du circuit d'un moteur, afin d'obtenir de petits déplacements de l'organe entraîné.			

APPENDIX A

EXAMPLES OF UTILIZATION CATEGORIES
FOR LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

Nature of current	Category	Typical applications	Relevant I E C product standard (see Clause 1)
A.C.	AC-1	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces.	947-4
	AC-2	Slip-ring motors: starting, switching off.	
	AC-3	Squirrel-cage motors: starting, switching off motors during running.	
	AC-4	Squirrel-cage motors: starting, plugging ¹⁾ , inching ²⁾ .	
	AC-5a	Switching of electric discharge lamp control.	
	AC-5b	Switching of incandescent lamps.	
	AC-6a	Switching of transformers.	
	AC-6b	Switching of capacitor banks.	
	AC-7a	Slightly inductive loads in household appliances and similar applications.	
	AC-7b	Motor-loads for household applications.	
	AC-8a	Hermetic refrigerant compressor motor control with manual resetting of overload releases.	
	AC-8b	Hermetic refrigerant compressor motor control with automatic resetting of overload releases.	
	AC-12	Control of resistive loads and solid state loads with isolation by optocouplers.	947-5
	AC-13	Control of solid state loads with transformer isolation.	
	AC-14	Control of small electromagnetic loads.	
AC-15	Control of a.c. electromagnetic loads.	947-3	
AC-20	Connecting and disconnecting under no-load conditions.		
AC-21	Switching of resistive loads, including moderate overloads.		
AC-22	Switching of mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads.		
AC-23	Switching of motor loads or other highly inductive loads.		
A.C. and D.C.	A	Protection of circuits, with no rated short-time withstand current.	947-2
	B	Protection of circuits, with a rated short-time withstand current.	
D.C.	DC-1	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces.	947-4
	DC-3	Shunt-motors, starting, plugging ¹⁾ , inching ²⁾ , dynamic breaking of motors.	
	DC-5	Series-motors, starting, plugging ¹⁾ , inching ²⁾ , dynamic breaking of motors.	
	DC-6	Switching of incandescent lamps.	
	DC-12	Control of resistive loads and solid state loads with isolation by optocouplers.	947-5
	DC-13	Control of d.c. electromagnets.	
	DC-14	Control of d.c. electromagnetic loads having economy resistors in circuit.	
	DC-20	Connecting and disconnecting under no-load conditions.	947-3
	DC-21	Switching of resistive loads, including moderate overloads.	
	DC-22	Switching of mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads (e.g. shunt motors).	
	DC-23	Switching of highly inductive loads (e.g. series motors).	
¹⁾ By plugging is understood stopping or reversing the motor rapidly by reversing motor primary connections while the motor is running.			
²⁾ By inching (jogging) is understood energizing a motor once or repeatedly for short periods to obtain small movements of the driven mechanism.			

ANNEXE B

CONFORMITÉ DU MATÉRIEL QUAND LES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT EN SERVICE DIFFÈRENT DES CONDITIONS NORMALES

Si les conditions de fonctionnement en service et l'utilisation du matériel diffèrent de celles qui sont données dans cette norme, l'utilisateur doit préciser les divergences avec les conditions normales et consulter le constructeur sur la possibilité d'utiliser le matériel dans de telles conditions.

B1. Exemples de conditions différentes des conditions normales

B1.1 *Température de l'air ambiant*

Les limites prévues pour la température de l'air ambiant sont inférieures à -5 °C ou supérieures à $+40\text{ °C}$.

B1.2 *Altitude*

L'altitude du lieu d'emploi est supérieure à 2 000 m.

B1.3 *Conditions atmosphériques*

L'atmosphère dans laquelle le matériel doit être installé peut avoir un degré d'humidité relative supérieur aux valeurs indiquées au paragraphe 6.1.3 ou peut contenir une proportion anormale de poussières, d'acides, de gaz corrosifs, etc.

Le matériel doit être installé au voisinage de la mer.

B1.4 *Conditions d'installation*

Le matériel peut être monté sur un engin en mouvement, ou son support est susceptible de prendre une inclinaison permanente ou temporaire (matériel monté à bord de navires), ou il peut être exposé en service à des vibrations ou à des chocs anormaux.

B2. Conducteurs de raccordement à d'autres appareils

L'utilisateur doit indiquer au constructeur la nature et les dimensions des conducteurs de raccordement électrique à d'autres appareils, afin de lui permettre de prévoir des enveloppes et des bornes répondant aux conditions de montage et d'échauffement prescrites par la présente norme et/ou la norme de matériel correspondante ainsi que de prévoir, si c'est nécessaire, l'espace permettant un épanouissement des conducteurs à l'intérieur de l'enveloppe.

B3. Contacts auxiliaires

L'utilisateur doit spécifier le nombre et le type des contacts auxiliaires à fournir pour remplir des fonctions telles que la signalisation, le verrouillage et des fonctions analogues.

B4. Applications spéciales

L'utilisateur doit indiquer au constructeur si le matériel est susceptible d'être utilisé pour des applications qui ne sont pas visées par la présente norme et/ou la norme de matériel correspondante.

APPENDIX B

SUITABILITY OF THE EQUIPMENT WHEN CONDITIONS FOR OPERATION IN SERVICE DIFFER FROM THE NORMAL CONDITIONS

If the conditions for operation in service and the application differ from those given in this standard, the user shall state the deviations from the standard conditions and consult the manufacturer on the suitability of the equipment for use under such conditions.

B1. Examples of conditions differing from normal

B1.1 *Ambient air temperature*

The expected range of ambient air temperature can be lower than -5°C or higher than $+40^{\circ}\text{C}$.

B1.2 *Altitude*

The altitude of the place of installation is more than 2 000 m.

B1.3 *Atmospheric conditions*

The atmosphere in which the equipment is to be installed may have a relative humidity greater than the values specified in Sub-clause 6.1.3 or contain an abnormal amount of dust, acids, corrosive gases, etc.

The equipment is to be installed near the sea.

B1.4 *Conditions of installation*

The equipment may be fitted to a moving device, or its support may assume a sloping position either permanently or temporarily (equipment fitted aboard ships), or it may be exposed in service to abnormal shocks or vibrations.

B2. Connections with other apparatus

The user shall inform the manufacturer of the type and dimensions of electrical connections with other apparatus in order to enable him to provide enclosures and terminals meeting the conditions of installation and temperature-rise prescribed by this standard and/or the relevant product standard and also to enable him to provide space, where necessary, to spread out conductors within the enclosure.

B3. Auxiliary contacts

The user shall specify the number and type of auxiliary contacts to be supplied to satisfy requirements such as signalling, interlocking, and similar functions.

B4. Special applications

The user shall indicate to the manufacturer if the equipment could be used for special applications not covered by this standard and/or the relevant product standard.

ANNEXE C

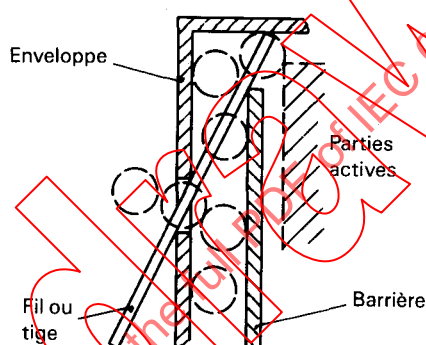
DEGRÉS DE PROTECTION DU MATÉRIEL SOUS ENVELOPPE

INTRODUCTION

La présente annexe donne les directives d'application de la Publication 529 de la C E I pour les matériels sous enveloppe.

Note. — Cette annexe sera mise, autant que possible, en conformité avec la revision de la Publication 529 (1976) de la C E I lorsque cette revision aura été effectuée.

Bien que les essais soient en substance aussi détaillés que dans la Publication 529 de la C E I, une distinction est faite entre la protection des personnes et celle du matériel à l'intérieur de l'enveloppe contre la pénétration de corps solides étrangers. Ceci s'applique en particulier en cas d'existence de barrières internes qui peuvent assurer la protection des personnes mais pas nécessairement la protection contre les corps étrangers comme le montre le dessin ci-dessous, qui illustre le cas où l'essai au fil peut être passé mais où des objets plus grands peuvent encore pénétrer.



558/88

Essai de pénétration du fil mais des objets plus grands peuvent encore pénétrer.

Il convient de noter que, pour l'appareillage à basse tension, les barrières internes sont considérées comme faisant partie de l'enveloppe à condition qu'elles satisfassent aux essais appropriés. Une partie ou l'intégralité d'un matériel monté peut également constituer une partie ou l'intégralité de la barrière.

Notes explicatives:

Les principales différences entre cette annexe et la Publication 529 de la C E I sont les suivantes:

- 1) Les prescriptions applicables aux matériels à haute tension ne sont pas mentionnées.
- 2) Tous les essais sont effectués sur le matériel à l'état de repos.
- 3) Le domaine d'application a été explicité pour viser trois types de protection:
 - contre les contacts avec les parties actives (contacts directs) et les pièces en mouvement;
 - contre la pénétration d'objets solides étrangers;
 - contre la pénétration d'eau.
- 4) Le terme «adequate clearance» a été modifié en «adequate distance» dans le texte anglais pour éviter toute confusion avec d'autres définitions.
- 5) Dans le cas des premiers chiffres caractéristiques 3 et 4, le matériel sous enveloppe peut être essayé pour vérifier soit la protection contre la pénétration d'objets solides étrangers, conformément aux prescriptions de la Publication 529 de la C E I, soit la protection contre les contacts avec les parties actives.

Dans ce dernier cas, un fil long de 100 mm peut pénétrer dans les ouvertures et ne doit pas entrer en contact avec les parties actives. Ceci peut-être réalisé par des barrières ou en plaçant les parties actives à une distance suffisante des ouvertures. En outre, les ouvertures ne doivent pas permettre la pénétration d'une sphère de 12,5 mm de diamètre (au lieu de 12 mm) comme pour le premier chiffre caractéristique 2.

Les matériels vérifiés pour la protection contre les contacts avec les parties actives sont identifiés par l'adjonction du suffixe «L» après le premier chiffre caractéristique 2, 3 ou 4.

APPENDIX C

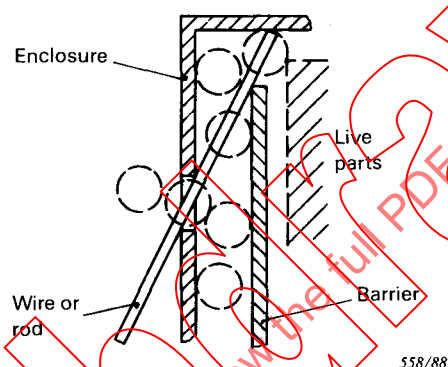
DEGREES OF PROTECTION OF ENCLOSED EQUIPMENT

INTRODUCTION

This appendix provides guidance on the application of IEC Publication 529 to enclosed equipment.

Note. — This appendix will be lined up, as far as possible, with the revision of IEC Publication 529 (1976), when available.

Whilst the tests are substantially as detailed in IEC Publication 529, distinction is made between protection of persons and protection of equipment inside the enclosure against ingress of solid foreign bodies. This particularly applies when internal barriers are fitted as these can provide protection against the persons but not necessarily against foreign bodies, as shown in the figure below which illustrates the case where the wire test may be passed, but larger items can still enter.



Wire test passed but larger items can still enter.

It should be noted that internal barriers are considered for low-voltage switchgear and controlgear as part of the enclosure provided they meet the appropriate tests. A part or the whole of mounted equipment may also constitute a part or the whole of the barrier.

Explanatory notes:

The main differences between this appendix and IEC Publication 529 are as follows:

- 1) Requirements applicable to high voltage are omitted.
- 2) All tests are made in the unenergized state.
- 3) The scope has been split to cover three kinds of protection:
 - against contact with live parts (direct contact) and moving parts;
 - against ingress of solid foreign objects;
 - against ingress of water.
- 4) The term “adequate clearance” has been changed to “adequate distance” in the English version to avoid confusion with other definitions.
- 5) In the case of first characteristic numerals 3 and 4, enclosed equipment may be tested to verify either protection against ingress of solid foreign bodies according to the requirements of IEC Publication 529 or protection against contact with live parts.

In this latter case, a 100 mm long wire can enter the openings and shall not come into contact with live parts. This can be achieved by barriers or placing live parts at a sufficient distance from openings. In addition, the openings shall prevent the entry of a 12.5 mm diameter (instead of 12 mm) ball as for the first characteristic numeral 2.

Equipment tested for protection against direct contact are identified by adding the suffix “L” to the first characteristic numeral 2, 3 or 4.

Le tableau C1 a été modifié en conséquence, soulignant ainsi la différence entre la protection contre la pénétration d'objets étrangers et la protection contre les contacts directs.

- 6) Les orifices de vidange n'ont pas été mentionnés pour les matériels protégés contre la poussière suivant les premiers chiffres caractéristiques 5 et 6 des enveloppes de catégorie 1. Les essais figurant à la Publication 529 ne sont pas réalisables sur le plan technique et ont été modifiés.

La méthode de raccordement des matériels aux circuits sous vide a été précisée d'une manière qui correspond à la pratique courante.

- 7) Aucune pénétration d'eau n'est admise pour le deuxième chiffre caractéristique 8 pour différencier de manière plus précise les matériels hermétiques de ceux qui ne sont protégés que contre les effets de l'immersion.
- 8) Un essai diélectrique a été prévu pour le deuxième chiffre caractéristique car cet essai est le seul qui soit concret et ne fasse pas l'objet d'interprétation concernant la vérification de l'intégrité de l'installation, etc. Ceci est d'autant plus valable que les essais sont effectués à l'état de repos.
- 9) Les différences avec la Publication 529 de la CEI sont repérées par un trait vertical en marge de gauche.

C1. Généralités

La présente annexe donne des informations pour préciser le degré de protection du matériel sous enveloppe désigné ci-après matériel.

Elle spécifie également les essais de type pour vérifier le degré de protection des différents types d'enveloppes des matériels sous enveloppe.

Tous les matériels sous enveloppe sont destinés à assurer les protections suivantes :

- a) Protection des personnes contre les contacts de parties actives et contre les contacts avec des pièces en mouvement (autres que les arbres lisses en rotation et analogues) intérieures à l'enveloppe,

et

- b) Protection du matériel sous enveloppe contre la pénétration d'objets solides étrangers.

et/ou

- c) Protection du matériel sous enveloppe contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau.

La présente annexe ne spécifie pas la protection des appareils contre les dommages mécaniques, les risques d'explosion ou des conditions telles que l'humidité (par exemple celle provenant de la condensation), les vapeurs corrosives, les champignons ou la vermine.

Pour l'appareillage à basse tension, les barrières internes sont considérées comme faisant partie de l'enveloppe, sous réserve qu'elles satisfassent au moins aux prescriptions du degré IP2X.

Une partie ou l'intégralité d'un matériel monté peut constituer une partie ou l'intégralité d'une barrière.

Les essais et conditions essentiels figurent à la Publication 529 de la CEI, mais des essais et des interprétations spécifiques s'appliquent aux ouvertures, telles qu'orifices de vidange et orifices de ventilation, etc. Toutes les ouvertures d'un matériel sous enveloppe doivent satisfaire au code IP assigné à ce matériel.

Les orifices de vidange sont des ouvertures situées au fond de l'enveloppe, destinées à empêcher l'accumulation d'eau provenant de la condensation et/ou la pénétration d'eau à l'intérieur de l'enveloppe. Ils doivent satisfaire aux prescriptions essentielles relatives aux ouvertures et ne pas avoir un diamètre inférieur à 2,5 mm.

C2. Désignation (système de classification)

La désignation pour indiquer les degrés de protection est constituée par les lettres caractéristiques IP suivies de deux chiffres (les «chiffres caractéristiques») signifiant que les

Table C1 has been amended accordingly, thus highlighting the difference between protection against ingress of foreign objects and protection against direct contact.

- 6) For dust protected equipment according to first numerals 5 and 6 for category 1 enclosures reference to drain holes has been omitted. The tests laid down in I E C Publication 529 are technically impossible and have been modified.

The method of connecting equipment to circuits in vacuum has been specified in a manner which is in line with current practice.

- 7) For the second characteristic numeral 8, no ingress of water is permitted in order to differentiate more clearly between hermetically sealed equipment and that which is protected against the effects of the immersion only.
- 8) A dielectric test has been instituted for the second characteristic numeral as this is the only positive test available and not subject to interpretation regarding the verification of the integrity of installation, etc. This particularly applies as the tests are implemented in the unenergized state.
- 9) Differences with I E C Publication 529 are marked by a vertical line in the left-hand margin.

C1. General

This appendix provides information for specifying the degree of protection for enclosed equipment hereinafter referred to as equipment.

It also specifies type tests to check the degree of protection on the various types of enclosures of enclosed equipment.

All enclosed equipment is intended to provide protection as follows:

- a) Protection of persons against contact with live parts and against contact with moving parts (other than smooth rotating shafts and the like) inside the enclosure,

and

- b) Protection of the equipment inside the enclosure against the ingress of solid foreign objects.

and/or

- c) Protection of the equipment inside the enclosure against harmful ingress of water.

The appendix does not specify the protection of equipment against mechanical damage, risk of explosion or conditions such as moisture (produced by example, by condensation) corrosive vapours, fungus, or vermin.

Internal barriers are considered for low-voltage switchgear and controlgear as part of the enclosure provided they meet at least the requirement of degree IP2X.

A part or the whole of mounted equipment may constitute a part or the whole of a barrier.

The basic tests and conditions are given in IEC Publication 529 but specific tests and interpretations apply to openings such as drain holes and ventilating openings etc. All openings of enclosed equipment shall comply with the IP code assigned to this equipment.

Drain holes are openings situated at the bottom of the enclosure and are intended to prevent the accumulation of water due to condensation and/or ingress of water into the enclosure. They shall comply with the basic requirements for openings and not be smaller than 2.5 mm in diameter.

C2. Designation (classification system)

The designation to indicate the degree of protection consists of the characteristic letters IP followed by two numerals (the “characteristic numerals”) indicating conformity with the

matériels sont conformes aux conditions décrites dans les tableaux CI et CII respectivement. Le premier chiffre indique le degré de protection décrit aux points a) et b) et le deuxième chiffre le degré de protection décrit au point c) de l'article C1.

Les enveloppes munies d'orifices de vidange et/ou d'orifices de ventilation doivent satisfaire aux essais correspondant respectivement à leur code IP.

Le degré de protection doit s'appliquer à toutes les conditions normales d'emploi.

Lorsque le mode d'installation du matériel peut influencer sur le degré de protection, le constructeur doit l'indiquer dans ses instructions de montage ou autres.

C2.1 *Un seul chiffre caractéristique*

Lorsqu'il est requis d'indiquer un degré de protection au moyen d'un seul chiffre caractéristique, le chiffre omis doit être remplacé par la lettre X. Par exemple, IPX5 ou IP2X.

C2.2 *Lettres supplémentaires*

Si la norme de matériel correspondante le demande, une information supplémentaire peut être indiquée au moyen d'une lettre ou de lettres supplémentaires dans la classification. En de tels cas, la norme de matériel doit déclarer clairement les conditions supplémentaires à respecter au cours des essais pour une telle classification.

Les lettres supplémentaires sont les suivantes:

W — (Placée immédiatement après le deuxième chiffre caractéristique.) Le matériel ainsi désigné peut être utilisé dans des conditions atmosphériques spécifiées et des mesures ou procédés complémentaires de protection ont été prévus.

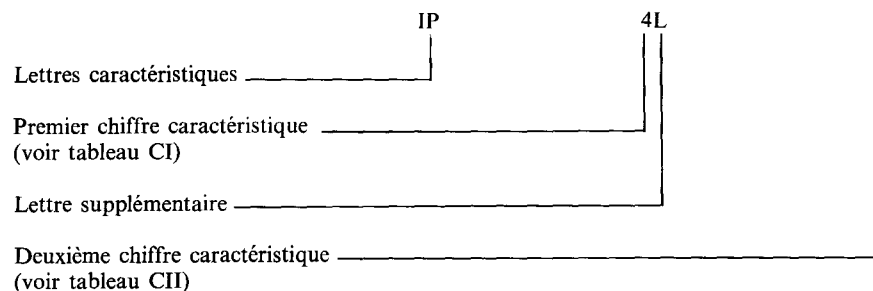
Les conditions atmosphériques spécifiées ainsi que les mesures ou procédés complémentaires de protection doivent faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

N — (Placée immédiatement après le deuxième chiffre caractéristique.) Le matériel ainsi désigné peut être utilisé dans des environnements où la taille des grains, la nature et la qualité de la poussière exigent des caractéristiques supplémentaires (par exemple, emploi dans les scieries, les carrières).

Les conditions spécifiées ainsi que les caractéristiques supplémentaires doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

L — (Placée immédiatement après le premier chiffre caractéristique 2, 3 ou 4.) Le matériel repéré de cette manière a été vérifié comme assurant la protection contre la pénétration d'objets solides de diamètre supérieur à 12,5 mm et contre les contacts avec les parties actives et les pièces en mouvement avec le doigt d'épreuve normalisé (voir figure C1) dans le cas du premier chiffre caractéristique 2, ou une sonde d'épreuve de 2,5 mm de diamètre dans le cas du premier chiffre caractéristique 3 ou de 1,0 mm de diamètre dans le cas du premier chiffre caractéristique 4.

C2.3 *Exemple de désignation*



conditions stated in Tables CI and CII respectively. The first numeral indicates the degree of protection described under items *a)* and *b)* and the second numeral the degree of protection described under item *c)* of Clause C1.

Enclosures fitted with drain holes and/or ventilating openings shall satisfy the tests corresponding to their respective IP Code.

The degree of protection shall apply to all normal conditions of use.

Where the mounting of the equipment has an influence on the degree of protection, this shall be indicated by the manufacturer in his instructions for mounting or the like.

C2.1 *Single characteristic numeral*

When it is required to indicate a class of protection by only one characteristic numeral, the omitted numeral shall be replaced by the letter X. For example IPX5 or IP2X.

C2.2 *Supplementary letters*

If required in the relevant product standard additional information may be indicated by a supplementary letter or letters in the classification. In such cases, the product standard shall state clearly the additional conditions to be observed during tests for such a classification.

The supplementary letters are as follows:

W — (Placed immediately after the second characteristic numeral.) Equipment so designated is suitable for use under specific weather conditions and provision has been made for additional protective features or procedures.

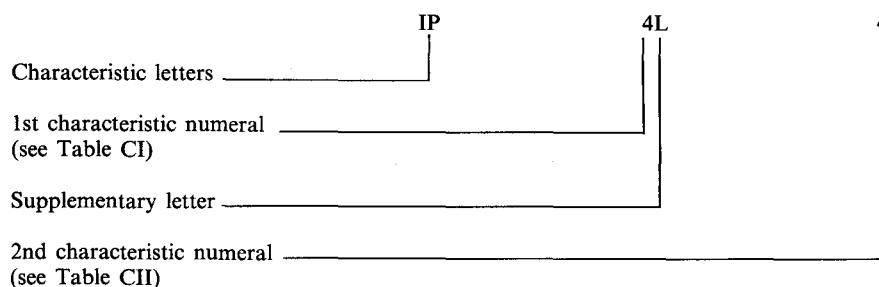
Both the specified weather conditions and the additional features or procedures shall be agreed between manufacturer and user.

N — (Placed immediately after the second characteristic numeral.) Equipment so designated is suitable for use in environments where the particle size and the nature of the dust requires additional features to be added (e.g. for use in sawmills and quarries).

Both specified conditions and the additional features shall be agreed between manufacturer and user.

L — (Placed immediately after the first characteristic numeral 2, 3 or 4.) Equipment so identified has been tested to provide protection against ingress of solid objects exceeding 12.5 mm in diameter and against contact with live and moving parts by the standard test finger (see Figure C1) in the case of first characteristic numeral 2, or a 2.5 mm diameter test probe in the case of characteristic numeral 3, or a 1 mm diameter test probe in the case of first characteristic numeral 4.

C2.3 *Example of designation*



Le matériel désigné ainsi assure la protection contre les contacts avec les parties actives et les pièces en mouvement, conformément au paragraphe C2.2, lettre supplémentaire L, contre la pénétration d'objets solides de dimensions supérieures à 12,5 mm et contre les projections d'eau.

C3. Degrés de protection — premier chiffre caractéristique

Le premier chiffre caractéristique désigne le degré de protection procuré par le matériel tant en ce qui concerne les personnes que le matériel contenu dans l'enveloppe.

Le tableau CI décrit sommairement, dans la colonne 3, les objets qui, pour chaque degré de protection représenté par le premier chiffre caractéristique, ne «doivent pas pouvoir pénétrer» à l'intérieur de l'enveloppe.

L'expression «ne doit pas pouvoir pénétrer» signifie soit qu'une partie du corps, un outil ou un fil tenu par une personne, ne peut pas pénétrer dans l'enveloppe, soit que, en cas de possibilité de pénétration, une distance suffisante est conservée entre cette partie, ce fil ou cet outil et les parties sous tension ou des pièces dangereuses en mouvement (les arbres lisses en rotation et des pièces analogues ne sont pas considérés comme dangereux).

Note. — Le terme «distance suffisante» est défini au paragraphe C6.1.

La colonne 3 du tableau CI indique également les dimensions minimales des corps solides étrangers qui ne peuvent pénétrer.

Note. — Pour les matériels auxquels est attribué un premier chiffre caractéristique de 1 à 4, doivent ne pas pouvoir pénétrer des corps solides de forme régulière ou irrégulière dont trois dimensions orthogonales sont supérieures à la valeur indiquée à la colonne 3.

Un matériel sous enveloppe qui satisfait à un degré de protection donné est réputé satisfaire, de ce fait même, à tout degré inférieur de protection figurant dans le tableau CI. En conséquence, les essais de vérification de ces degrés de protection ne doivent pas être effectués.

Equipment so designated provides protection against contacts with live and moving parts according to Sub-clause C2.2, supplementary letter L, against ingress of solid objects greater than 12.5 mm and against splashing water.

C3. Degrees of protection — first characteristic numeral

The first characteristic numeral indicates the degree of protection provided by the equipment both to the persons and to the equipment inside the enclosure.

Table CI gives, in column 3, brief details of objects which will be “excluded” from the enclosure for each of the degrees of protection represented by the first characteristic numeral.

The term “excluded” implies that a part of the body or a tool or a wire held by a person, either will not enter the enclosure or, if it is permitted to enter, that adequate distance will be maintained between it and the live parts or dangerous moving parts (smooth rotating shafts and the like are not considered dangerous).

Note. — The definition for “adequate distance” is given in Sub-clause C6.1.

Column 3 of Table CI also indicates the minimum size of solid foreign bodies which will be excluded.

Note. — Equipment assigned a first characteristic numeral of 1 to 4 will exclude both regularly and irregularly shaped solid objects provided that three mutually perpendicular dimensions of the object exceed the appropriate value in column 3.

Compliance of enclosed equipment with a stated degree of protection implies that the enclosure will also comply with all lower degrees of protection in Table CI. In consequence, the tests establishing these degrees of protection need not be carried out.

TABLEAU CI

Degrés de protection indiqués par le premier chiffre caractéristique

Premier chiffre caractéristique et suffixe	Degré de protection		Conditions d'essai, voir paragraphe
	Description abrégée	Définition (voir article C3)	
1	Protection contre les objets solides supérieurs à 50 mm.	Empêche la pénétration d'objets solides de diamètre supérieur à 50 mm et protège une grande surface du corps humain, telle que la main, contre les contacts avec les parties actives et les pièces en mouvement, mais pas contre une pénétration intentionnelle.	C7.1
2L	Protection contre les objets solides supérieurs à 12,5 mm et les contacts avec le doigt d'épreuve.	Empêche la pénétration d'objets solides de diamètre supérieur à 12,5 mm et protège contre les contacts avec les parties actives et les pièces en mouvement avec le doigt d'épreuve ou un objet analogue ne dépassant pas 80 mm de long.	C7.2
3	Protection contre les objets solides supérieurs à 2,5 mm.	Empêche la pénétration d'objets de diamètre ou d'épaisseur supérieurs à 2,5 mm.	C7.3.1
3L	Protection contre les objets solides supérieurs à 12,5 mm et les contacts avec une sonde de 2,5 mm.	Empêche la pénétration d'objets solides de diamètre supérieur à 12,5 mm et protège contre les contacts avec les parties actives et les pièces en mouvement avec une sonde d'épreuve de 2,5 mm de diamètre ne dépassant pas 100 mm de long.	C7.3.2
4	Protection contre les objets solides supérieurs à 1,0 mm.	Empêche la pénétration d'objets solides de diamètre ou d'épaisseur supérieurs à 1,0 mm.	C7.4.1
4L	Protection contre les objets solides supérieurs à 12,5 mm et les contacts avec une sonde de 1,0 mm.	Empêche la pénétration d'objets solides de diamètre supérieur à 12,5 mm et protège contre les contacts avec les parties actives et les pièces en mouvement avec une sonde d'épreuve de 1,0 mm de diamètre ne dépassant pas 100 mm de long.	C7.4.2
5	Protection contre la poussière.	Empêche la pénétration de poussière dans une quantité ou dans des endroits qui nuiraient au fonctionnement prévu pour le matériel.	C7.5
6	Étanche à la poussière.	Empêche la pénétration de poussière.	C7.6

Note. Les descriptions abrégées figurant à la colonne 2 de ce tableau ne doivent pas être utilisées pour *spécifier* le degré de protection; elles ne doivent servir que de descriptions abrégées.

C4. Degrés de protection — deuxième chiffre caractéristique

Le deuxième chiffre caractéristique désigne le degré de protection du matériel sous enveloppe contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau.

Le tableau CII donne, dans la colonne 3, les indications sur le type de protection procuré par l'enveloppe pour chaque degré de protection représenté par le deuxième chiffre caractéristique.

Une enveloppe qui satisfait à un degré de protection donné est réputée satisfaisante, de ce fait même, à tout degré inférieur de protection figurant dans le tableau CII. En conséquence, les essais de vérification de ces degrés de protection ne doivent pas nécessairement être effectués.

TABLE CI

Degrees of protection indicated by the first characteristic numeral

First characteristic numeral and suffix	Degree of protection		Test conditions, see Sub-clause
	Short description	Definition (see Clause C3)	
1	Protected against solid objects greater than 50 mm.	Excludes solid objects exceeding 50 mm in diameter and protects against contact with live and moving parts by a large body surface such as a hand (but not against deliberate access).	C7.1
2L	Protected against solid objects greater than 12.5 mm and against contact by standard test finger.	Excludes solid objects exceeding 12.5 mm in diameter and protects against contact with live and moving parts by a standard test finger or similar objects not exceeding 80 mm in length.	C7.2
3	Protected against solid objects greater than 2.5 mm.	Excludes solid objects exceeding 2.5 mm in diameter or thickness.	C7.3.1
3L	Protected against solid objects greater than 12.5 mm and against contact by 2.5 mm probe.	Excludes solid objects exceeding 12.5 mm in diameter and protects against contact with live and moving parts by a 2.5 mm diameter test probe not exceeding 100 mm in length.	C7.3.2
4	Protected against solid objects greater than 1.0 mm.	Excludes solid objects exceeding 1.0 mm in diameter or thickness.	C7.4.1
4L	Protected against solid objects greater than 12.5 mm and against contact by 1.0 mm probe.	Excludes solid objects exceeding 12.5 mm in diameter and protects against contact with live and moving parts by a 1.0 mm diameter test probe not exceeding 100 mm in length.	C7.4.2
5	Dust protected.	Prevents ingress of dust in quantities and locations that would interfere with the intended operation of the equipment.	C7.5
6	Dust tight.	Prevents ingress of dust.	C7.6

Note. — The short description given in column 2 should not be used to *specify* the form of protection. It should only be used as a brief description.

C4. Degrees of protection — second characteristic numeral

The second characteristic numeral indicates the degree of protection of enclosed equipment with respect to harmful ingress of water.

Table CII gives, in column 3, details of the type of protection provided by the enclosure for each of the degrees of protection represented by the second characteristic numeral.

Compliance of an enclosure with a stated degree of protection implies that the enclosure will also comply with all lower degrees of protection in Table CII. In consequence, the tests establishing these degrees of protection need not necessarily be carried out.

TABLEAU CII

Degrés de protection indiqués par le deuxième chiffre caractéristique

Deuxième chiffre caractéristique	Degré de protection		Conditions d'essai, voir paragraphe
	Description abrégée	Définition (voir article C4)	
1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau.	Les gouttes d'eau, tombant verticalement, ne doivent pas avoir d'effets nuisibles.	C8.1
2	Protégé contre les chutes d'eau pour une inclinaison maximale de 15°.	Les chutes verticales de gouttes d'eau ne doivent pas avoir d'effets nuisibles quand l'enveloppe est inclinée jusqu'à 15° de sa position normale.	C8.2
3	Protégé contre l'eau «en pluie».	De l'eau tombant en pluie dans une direction faisant avec la verticale un angle inférieur ou égal à 60° ne doit pas avoir d'effets nuisibles.	C8.3
4	Protégé contre les projections d'eau.	De l'eau projetée de toutes les directions sur l'enveloppe ne doit pas avoir d'effets nuisibles.	C8.4
5	Protégé contre les jets d'eau.	De l'eau projetée à l'aide d'une lance de toutes les directions sur l'enveloppe ne doit pas avoir d'effets nuisibles.	C8.5
6	Protégé contre les paquets de mer.	Par grosse mer ou sous l'effet de jets puissants, l'eau ne doit pas pénétrer dans l'enveloppe en quantité nuisible.	C8.6
7	Protégé contre les effets de l'immersion.	La pénétration d'eau en quantité nuisible à l'intérieur de l'enveloppe immergée dans l'eau, sous une pression et pendant une durée normalisée, ne doit pas être possible.	C8.7
8	Protégé contre l'immersion prolongée.	Aucune pénétration d'eau.	C8.8

Note. — Les descriptions abrégées figurant à la colonne 2 de ce tableau ne doivent pas être utilisées pour spécifier le mode de protection; elles ne doivent servir que de descriptions abrégées.

C5. Marquage

Les prescriptions relatives au marquage figurent dans la norme de matériel correspondante, le cas échéant.

C6. Prescriptions générales d'essais

Les essais spécifiés dans cette annexe sont des essais de type.

Tous les essais sont effectués sur du matériel à l'état de repos.

Les échantillons de matériel soumis à chaque essai doivent être neufs et propres, toutes leurs parties étant en place et montées conformément aux indications du constructeur.

Des prescriptions complémentaires, s'il y a lieu, peuvent figurer dans la norme de matériel correspondante, concernant par exemple:

- le nombre d'échantillons;
- le montage et l'installation des échantillons.

TABLE CII

Degrees of protection indicated by the second characteristic numeral

Second characteristic numeral	Degree of protection		Test conditions, see Sub-clause
	Short description	Definition (see Clause C4)	
1	Protected against dripping water.	Dripping water (vertically falling drops) shall have no harmful effect.	C8.1
2	Protected against dripping water when tilted up to 15°.	Vertically dripping water shall have no harmful effect when the enclosure is tilted at any angle up to 15° from its normal position.	C8.2
3	Protected against spraying water.	Water falling as a spray at an angle up to 60° from the vertical shall have no harmful effect.	C8.3
4	Protected against splashing water.	Water splashed against the enclosure from any direction shall have no harmful effect.	C8.4
5	Projected against water jets.	Water projected by a nozzle against the enclosure from any direction shall have no harmful effect.	C8.5
6	Protected against heavy seas.	Water from heavy seas or water projected in powerful jets shall not enter the enclosure in harmful quantities.	C8.6
7	Protected against the effects of immersion.	Ingress of water in a harmful quantity shall not be possible when the enclosure is immersed in water under standard conditions of pressure and time.	C8.7
8	Protected against submersion.	No ingress of water.	C8.8

Note. — The short description given in column 2 should not be used to *specify* the form of protection. It should only be used as a brief description.

C5. Marking

The requirements for marking are specified in the relevant product standard, where applicable.

C6. General requirements for tests

The tests in this appendix are type tests.

All tests shall be made with the equipment in an unenergized state.

The samples of equipment for each test shall be in a clean and new condition with all parts fitted and assembled as stated by the manufacturer for normal use.

Additional requirements, if any, may be given in the relevant product standard, concerning, for example:

- number of samples;
- mounting and installation of samples.

En l'absence de ces prescriptions, les instructions du constructeur doivent être appliquées.

L'interprétation des résultats d'essais est donnée dans les articles C7 et C8.

C6.1 *Distance suffisante*

Dans le cadre des articles concernant les essais de la présente annexe, le terme «distance suffisante» a la signification suivante: le dispositif d'essai (sphère, doigt, fil, etc.) ne touche pas les parties sous tension ni les pièces en mouvement autres que les pièces non dangereuses telles qu'axes lisses en rotation.

C7. Essai correspondant au premier chiffre caractéristique

C7.1 *Essai pour le premier chiffre 1*

L'essai est effectué en appliquant une sphère rigide de $50^{+0,05}_0$ mm de diamètre sur l'ouverture (ou les ouvertures) de l'enveloppe avec une force de $50\text{ N} \pm 10\%$.

La protection est satisfaisante si la sphère ne passe par aucune ouverture et si une distance suffisante est maintenue par rapport aux parties sous tension en service normal ou aux pièces en mouvement à l'intérieur de l'enveloppe.

C7.2 *Essai pour le premier chiffre 2*

Cet essai comprend deux parties a) et b) qui sont à effectuer comme suit:

a) *Essai au doigt*

L'essai est effectué avec un doigt d'épreuve métallique tel que celui représenté sur la figure C1. Les deux articulations du doigt peuvent être pliées sous un angle de 90° par rapport à l'axe du doigt, mais dans une seule et même direction. Sans exercer de poussée excessive (pas plus de 10 N), ce doigt est appliqué à toutes les ouvertures de l'enveloppe et, s'il pénètre, est placé dans la position la plus défavorable à l'intérieur du matériel.

La protection est satisfaisante si une distance suffisante est maintenue entre le doigt d'épreuve et les parties actives ou les pièces en mouvement à l'intérieur de l'enveloppe.

Pour cet essai mécanique, les pièces intérieures en mouvement peuvent, si c'est possible, être mises en mouvement lent.

Une source d'alimentation à basse tension (au moins 40 V) en série avec une lampe appropriée est raccordée entre le doigt d'épreuve et les parties actives à l'intérieur de l'enveloppe. Les parties conductrices recouvertes seulement de vernis ou de peinture ou protégées par oxydation ou par un procédé analogue doivent être recouvertes d'une feuille métallique reliée électriquement aux parties qui sont sous tension en service normal.

La protection est satisfaisante si la lampe ne s'allume pas.

b) *Essai à la sphère*

L'essai est effectué en appliquant une sphère rigide de $12,5^{+0,2}_0$ mm de diamètre sur les ouvertures de l'enveloppe avec une force de $30\text{ N} \pm 10\%$.

La protection est satisfaisante si la sphère ne passe par aucune ouverture et si une distance suffisante est maintenue par rapport aux parties actives ou aux pièces en mouvement à l'intérieur de l'enveloppe.

C7.3 *Essai pour le premier chiffre 3*