

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 298

Première édition — First edition

1969

Appareillage à haute tension sous enveloppe métallique

High-voltage metal-enclosed switchgear and controlgear



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60298:1969

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 298

Première édition — First edition

1969

Appareillage à haute tension sous enveloppe métallique

High-voltage metal-enclosed switchgear and controlgear



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

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Définitions	8
4. Conditions normales de service	16
5. Conditions pendant le transport, le stockage et le montage	18
SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES NOMINALES	
6. Caractéristiques	18
7. Tension nominale	18
8. Niveau d'isolement nominal	20
9. Fréquence nominale	20
10. Courant nominal en service continu	20
11. Courant de courte durée admissible nominal	20
12. Valeur de crête du courant admissible nominal	20
13. Coordination des caractéristiques nominales	20
14. Echauffement	24
15. Degrés de protection	24
SECTION TROIS — CONCEPTION ET CONSTRUCTION	
16. Généralités	26
17. Enveloppes	26
18. Sectionneurs	30
19. Verrouillages	32
20. Mise à la terre	34
21. Informations, plaques signalétiques	34
SECTION QUATRE — ESSAIS	
22. Généralités	36
23. Classification des essais	36
24. Essais de tension	38
25. Essais d'échauffement	44
26. Essais des circuits principaux au courant de courte durée	48
27. Essais des circuits de terre au courant de courte durée	48
28. Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure	48
29. Essais de fonctionnement mécanique	48
30. Vérification des degrés de protection	50
31. Essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques et hydrauliques	52
32. Contrôle de la filerie	52
FIGURES	54
ANNEXE	58

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
SECTION ONE — GENERAL	
1. Scope	9
2. Object	9
3. Definitions	9
4. Normal service conditions	17
5. Conditions during transport, storage and erection	19
SECTION TWO — RATING	
6. Rated values	19
7. Rated voltage	19
8. Rated insulation level	21
9. Rated frequency	21
10. Rated normal current	21
11. Rated short-time withstand current	21
12. Rated peak withstand current	21
13. Co-ordination of rated values	21
14. Temperature rise	25
15. Degrees of protection	25
SECTION THREE — DESIGN AND CONSTRUCTION	
16. General	27
17. Enclosures	27
18. Disconnectors (isolators)	31
19. Interlocks	33
20. Earthing	35
21. Information, nameplates	35
SECTION FOUR — TESTS	
22. General	37
23. Classification of tests	37
24. Voltage tests	39
25. Temperature-rise tests	45
26. Short-time current tests on main circuits	49
27. Short-time current tests on earthing circuits	49
28. Verification of making and breaking capacities	49
29. Mechanical operation tests	49
30. Verification of the degrees of protection	51
31. Tests of auxiliary electrical, pneumatic and hydraulic devices	53
32. Check of wiring	53
FIGURES	54
APPENDIX	59

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE A HAUTE TENSION SOUS ENVELOPPE MÉTALLIQUE

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 17C: Appareillage à haute tension sous enveloppe, du Comité d'Etudes N° 17 de la CEI: Appareillage.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Prague en 1964. Un nouveau projet fut discuté lors de la réunion tenue à Tokyo en 1965. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1966.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud	Italie
Allemagne	Norvège
Australie	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Corée (République de)	Roumanie
Danemark	Suède
Finlande	Suisse
Hongrie	Tchécoslovaquie
Iran	Turquie

Le Comité national des Etats-Unis d'Amérique approuve cette publication en tant qu'elle concerne l'appareillage de connexion sous enveloppe métallique, mais pas en tant qu'elle concerne l'appareillage de commande, l'appareillage de connexion et l'appareillage de commande faisant l'objet de normes différentes aux Etats-Unis d'Amérique.

Le Comité national français et le Comité national britannique ont émis un vote défavorable en raison des valeurs de tensions données dans le tableau II pour l'essai à fréquence industrielle à la terre et entre pôles.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HIGH-VOLTAGE METAL-ENCLOSED SWITCHGEAR
AND CONTROLGEAR**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 17C, High-Voltage Enclosed Switchgear and Controlgear, of IEC Technical Committee No. 17, Switchgear and Controlgear.

A first draft was discussed at the meeting held in Prague in 1964 and a new draft was discussed at the meeting in Tokyo in 1965. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1966.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Korea (Republic of)
Belgium	Netherlands
Czechoslovakia	Norway
Denmark	Poland
Finland	Romania
Germany	South Africa
Hungary	Sweden
Iran	Switzerland
Italy	Turkey

The U.S. National Committee agrees with this Publication as far as it concerns switchgear but not for controlgear since switchgear and controlgear are designed to different standards in the USA.

The French National Committee and the British National Committee recorded a negative vote on account of the values given in Table II for the power-frequency voltage test to earth and between phases.

De plus, un projet comprenant les spécifications et méthodes d'essai pour les cloisons, volets et regards en matériau isolant, ainsi qu'un projet relatif à l'essai de protection contre les intempéries, furent discutés lors de la réunion tenue à Prague en 1967 à la suite de laquelle deux nouveaux projets furent soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1967.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud	Japon
Australie	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Corée (République de)	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Hongrie	Turquie
Iran	Union des Républiques
Israël	Socialistes Soviétiques
Italie	Yougoslavie

La présente recommandation contient les textes combinés de ces projets.

Furthermore, a draft dealing with the requirements and test methods for partitions, shutters and inspection windows of insulating material, as well as a draft dealing with the weatherproofing test, were discussed at the meeting held in Prague in 1967, as a result of which two new drafts were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1967.

The following countries voted in favour of publication:

Australia	Netherlands
Belgium	Poland
Czechoslovakia	South Africa
Finland	Sweden
France	Switzerland
Hungary	Turkey
Iran	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	Yugoslavia
Korea (Republic of)	

This Recommendation contains the combined texts of these drafts.

Withdrawing
IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60298:1969

APPAREILLAGE A HAUTE TENSION SOUS ENVELOPPE MÉTALLIQUE

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente recommandation s'applique à l'appareillage préfabriqué sous enveloppe métallique pour des tensions nominales, en courant alternatif de 1 kV à 72,5 kV, pour l'installation à l'intérieur et pour l'installation à l'extérieur.

L'appareillage sous enveloppe métallique destiné à une utilisation spéciale, par exemple pour atmosphères inflammables, dans les mines ou à bord des navires, peut faire l'objet de spécifications complémentaires.

La présente recommandation ne couvre pas les matériels compris dans l'appareillage sous enveloppe métallique qui font l'objet de recommandations particulières.

Note. — Les ensembles d'appareillage ayant une enveloppe externe non métallique ne relèvent pas de cette recommandation.

2. Objet

La présente recommandation a pour objet de formuler les prescriptions concernant la classification, la construction, les caractéristiques nominales et les essais.

3. Définitions

Les définitions ci-après s'appliquent à la présente recommandation.

3.1 Appareillage

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.

3.1.1 Appareillage de connexion

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 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.

3.1.2 Appareillage de commande

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.

HIGH-VOLTAGE METAL-ENCLOSED SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

SECTION ONE — GENERAL

1 Scope

This Recommendation covers factory assembled metal-enclosed switchgear and controlgear for alternating current of rated voltages from 1 kV to 72.5 kV for indoor and for outdoor installation.

Metal-enclosed switchgear and controlgear for special use, for example in flammable atmospheres, in mines or on board ships, may be subject to additional requirements.

This Recommendation does not cover components contained in metal-enclosed switchgear and controlgear for which separate Recommendations exist.

Note. — Switchgear and controlgear assemblies having a non-metallic external enclosure are not covered by this Recommendation.

2 Object

This Recommendation has the purpose of establishing provisions concerning classification, construction, ratings and tests.

3 Definitions

For the purpose of this Recommendation, the following definitions shall apply.

3.1 *Switchgear and controlgear*

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.

3.1.1 *Switchgear*

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 power.

3.1.2 *Controlgear*

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 power consuming equipment.

3.2 *Appareillage sous enveloppe métallique*

Ensemble d'appareillage, avec une enveloppe métallique externe destinée à être mise à la terre, entièrement terminé à l'exception des connexions extérieures.

3.2.1 *Appareillage de connexion sous enveloppe métallique*

Ensemble d'appareillage de connexion, avec une enveloppe métallique externe destinée à être mise à la terre, entièrement terminé à l'exception des connexions extérieures.

3.2.2 *Appareillage de commande sous enveloppe métallique*

Ensemble d'appareillage de commande, avec une enveloppe métallique externe destinée à être mise à la terre, entièrement terminé à l'exception des connexions extérieures.

3.3 *Appareillage blindé*

Appareillage sous enveloppe métallique dont les matériels sont disposés à l'intérieur de compartiments distincts ayant une enveloppe métallique destinée à être mise à la terre.

Note. — Ce terme s'applique à l'appareillage sous enveloppe métallique ayant des cloisons dont le degré de protection est donné dans cette recommandation (tableau IV) et ayant des compartiments distincts au moins pour les matériels suivants:

- a) chaque appareil de connexion principal;
- b) les matériels connectés à l'un des côtés d'un appareil de connexion principal, par exemple circuit d'alimentation;
- c) les matériels connectés à l'autre côté des appareils de connexion principaux, par exemple les barres omnibus; lorsqu'il est prévu plus d'un jeu de barres, chacun de ces jeux doit être dans un compartiment séparé.

3.4 *Appareillage bloc*

Appareillage sous enveloppe métallique autre que blindé.

Note. — Ce terme s'applique à l'appareillage ayant une enveloppe externe métallique et ayant l'une des particularités suivantes:

- a) aucune cloison;
- b) nombre de compartiments inférieur à celui prévu pour l'appareillage blindé;
- c) cloisons non métalliques;
- d) cloisons métalliques ayant un degré de protection inférieur à ceux donnés dans la recommandation (tableau IV).

3.5 *Appareillage préfabriqué*

Appareillage fabriqué en usine sous forme d'unités de transport montées et essayées sous la responsabilité du constructeur.

3.6 *Unité de transport*

Ensemble ou sous-ensemble d'appareillage à enveloppe métallique pouvant être transporté sans être démonté.

3.7 *Enveloppe*

Partie enveloppante d'appareillage sous enveloppe métallique destinée à empêcher le personnel de s'approcher accidentellement des parties sous tension ou en mouvement et à protéger le matériel enfermé contre les effets extérieurs.

3.2 *Metal-enclosed switchgear and controlgear*

Switchgear and controlgear assemblies with external metal-enclosure intended to be earthed, and complete except for external connections.

3.2.1 *Metal-enclosed switchgear*

Switchgear assemblies with external metal-enclosure intended to be earthed, and complete except for external connections.

3.2.2 *Metal-enclosed controlgear*

Controlgear assemblies with external metal-enclosure intended to be earthed, and complete except for external connections.

3.3 *Metal-clad switchgear and controlgear*

Metal-enclosed switchgear and controlgear in which components are arranged in separate compartments with metal-enclosures intended to be earthed.

Note. — This term applies to metal-enclosed switchgear and controlgear having partitions with a degree of protection included in this Recommendation (see Table IV) and separate compartments at least for the following components:

- a) each main switching device;
- b) components connected to one side of a main switching device, e.g. feeder circuit;
- c) components connected to the other side of the main switching devices, e.g. busbars; where more than one set of busbars is provided, each set being in a separate compartment.

3.4 *Cubicle switchgear and controlgear*

Metal-enclosed switchgear and controlgear, other than metal-clad switchgear and controlgear.

Note. — This term applies to switchgear and controlgear having an external metal-enclosure and having either:

- a) no partition;
- b) number of compartments less than required for metal-clad gear;
- c) non-metallic partitions;
- d) metallic partitions having a degree of protection lower than those included in this Recommendation (see Table IV).

3.5 *Factory assembled switchgear and controlgear*

Switchgear and controlgear built in the factory as transportable assemblies constructed and tested under the responsibility of the manufacturer.

3.6 *Transportable assembly*

An assembly or sub-assembly of metal-enclosed switchgear and controlgear, suitable for shipping without being dismantled.

3.7 *Enclosure*

Surrounding part of metal-enclosed switchgear and controlgear used to prevent personnel from accidentally approaching live or moving parts contained therein and to protect internal equipment against external effects.

3.8 *Compartiment*

Partie d'appareillage sous enveloppe métallique entièrement enfermée dans une enveloppe sans ouvertures autres que celles nécessaires aux connexions, à la commande, à la manœuvre et à la ventilation.

Note. — Un compartiment peut être désigné par le matériel principal qu'il contient, par exemple compartiment disjoncteur, compartiment barres omnibus.

3.9 *Capot*

Partie de l'enveloppe externe de l'appareillage sous enveloppe métallique.

3.10 *Cloison*

Partie de l'enveloppe d'un compartiment qui le sépare d'un autre compartiment.

Note. — Une cloison devient un capot lorsqu'elle est accessible de l'extérieur dans une des positions définies dans les paragraphes 3.16 à 3.20.

3.11 *Porte*

Capot pivotant ou coulissant.

3.12 *Volet*

Partie qui peut être déplacée entre une position dans laquelle elle permet l'embrochage des contacts d'une partie amovible et des contacts fixes et une position dans laquelle elle constitue une partie d'un capot ou d'une cloison recouvrant les contacts fixes.

3.13 *Traversée*

Dispositif servant à conduire un conducteur à travers une cloison ou un capot en l'isolant de ceux-ci; ce dispositif comporte les moyens de fixation sur la cloison ou le capot.

3.14 *Partie amovible*

Partie qui peut être enlevée entièrement de l'appareillage, même si le circuit principal reste sous tension.

3.15 *Partie débrochable*

Partie amovible pouvant occuper une position dans laquelle elle assure une distance de sectionnement ou une séparation en restant reliée mécaniquement à l'enveloppe.

3.16 *Position de service*

Position d'une partie amovible lorsque celle-ci est connectée pour assurer la fonction normalement prévue.

Note. — La position de mise à la terre n'est pas considérée comme position de service.

3.17 *Position de sectionnement*

Position d'une partie débrochable tant que celle-ci reste reliée mécaniquement à l'enveloppe, correspondant à l'établissement d'une distance de sectionnement ou d'une séparation.

3.18 *Position d'essai*

Position de sectionnement pour laquelle les circuits de commande restent connectés pour permettre de vérifier le fonctionnement mécanique de la partie débrochable.

3.8 *Compartment*

A part of metal-enclosed switchgear and controlgear, totally enclosed except for openings necessary for interconnection, control or ventilation.

Note. — A compartment may be designated by the main component contained therein, e.g. circuit-breaker compartment, busbar compartment.

3.9 *Cover*

A part of the external enclosure of metal-enclosed switchgear and controlgear.

3.10 *Partition*

A part of the enclosure of a compartment separating it from another compartment.

Note. — A partition becomes a cover when it is accessible from the outside in one of the positions defined in Sub-clauses 3.16 to 3.20.

3.11 *Door*

A hinged or sliding cover.

3.12 *Shutter*

A part which can be moved between a position where it permits contacts of a removable part to engage fixed contacts, and a position where it becomes a part of a cover or a partition shielding the fixed contacts.

3.13 *Bushing*

A structure carrying a conductor through a partition or cover, and insulating it therefrom, including the means of attachment to the partition or cover.

3.14 *Removable part*

A part which may be removed entirely from the metal-enclosed switchgear and controlgear, even though the main circuit is live.

3.15 *Withdrawable part*

A removable part which can be moved to a position where it provides an isolating distance or segregation, whilst remaining mechanically related to the enclosure.

3.16 *Service position (connected position)*

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

Note. — The earthing position is not considered as a service position.

3.17 *Disconnected position (isolated position)*

A position of a withdrawable part in which an isolating distance or segregation is established, the withdrawable part remaining mechanically related to the enclosure.

3.18 *Test position*

A disconnected position in which the control circuits are connected, allowing tests of the mechanical operation of the withdrawable part.

3.19 *Position après l'extraction*

Position d'une partie amovible lorsque celle-ci est à l'extérieur et séparée mécaniquement de l'enveloppe.

3.20 *Position de mise à la terre*

Position pour laquelle un circuit principal est mis en court-circuit et à la terre lorsque l'appareil mécanique de connexion est fermé.

3.21 *Séparation*

Terme général relatif à une disposition de conducteurs et d'éléments métalliques mis à la terre interposés entre eux de telle sorte que toute décharge disruptive partant d'un conducteur s'écoule à la terre.

3.22 *Tension nominale (de l'appareillage sous enveloppe métallique)*

Tension utilisée pour désigner l'appareillage sous enveloppe métallique et à laquelle se réfèrent les conditions de fonctionnement.

3.23 *Niveau d'isolement nominal (de l'appareillage sous enveloppe métallique)*

Combinaison des valeurs de tension (à la fois à fréquence industrielle et au choc) qui caractérisent l'isolation de l'appareillage sous enveloppe métallique relativement à son aptitude à supporter les contraintes diélectriques.

3.24 *Courant nominal en service continu (d'un circuit)*

Courant qu'un circuit d'appareillage sous enveloppe métallique peut supporter indéfiniment dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

Il est exprimé en valeur efficace.

3.25 *Courant de courte durée admissible (d'un circuit)*

Courant qu'un circuit d'appareillage sous enveloppe métallique peut supporter pendant un court intervalle de temps spécifié et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

Il est exprimé en valeur efficace.

3.26 *Valeur de crête du courant admissible (d'un circuit)*

Valeur de crête du courant qu'un circuit d'appareillage sous enveloppe métallique peut supporter dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

3.27 *Fréquence nominale (de l'appareillage sous enveloppe métallique)*

Fréquence de service pour laquelle l'appareillage a été établi et à laquelle correspondent ses autres valeurs caractéristiques.

3.28 *Température de l'air ambiant (de l'appareillage sous enveloppe métallique)*

Température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air à l'extérieur de l'enveloppe externe de l'appareillage sous enveloppe métallique.

3.19 *Removed position*

The position of a removable part when it is outside and mechanically separated from the enclosure.

3.20 *Earthing position*

A position in which the closing of a mechanical switching device causes a main circuit to be short-circuited and earthed.

3.21 *Segregation*

A general term describing an arrangement of conductors with earthed metal interposed between them in such a manner that dielectric breakdown can only occur to earth.

3.22 *Rated voltage (of metal-enclosed switchgear and controlgear)*

The voltage used to designate the metal-enclosed switchgear and controlgear and to which the operating conditions are related.

3.23 *Rated insulation level (of metal-enclosed switchgear and controlgear)*

The combination of voltage values (both power-frequency and impulse) which characterize the insulation of the metal-enclosed switchgear and controlgear with regard to its capability of withstanding the dielectric stresses.

3.24 *Rated normal current (of a circuit)*

The value of the current which a circuit of metal-enclosed switchgear and controlgear is capable of carrying continuously under specified conditions of use and behaviour.

It is expressed as an r.m.s. value.

3.25 *Short-time withstand current (of a circuit)*

The current that a circuit of metal-enclosed switchgear and controlgear can carry during a specified short time under the prescribed conditions of use and behaviour.

It is expressed as an r.m.s. value.

3.26 *Peak withstand current (of a circuit)*

The value of peak current that a circuit of metal-enclosed switchgear and controlgear can withstand under the prescribed conditions of use and behaviour.

3.27 *Rated frequency (of metal-enclosed switchgear and controlgear)*

The service frequency for which the metal-enclosed switchgear and controlgear is designed and to which its other characteristic values correspond.

3.28 *Ambient air temperature (of metal-enclosed switchgear and controlgear)*

The temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the external enclosure of the metal-enclosed switchgear and controlgear.

3.29 *Circuit principal (d'un appareillage sous enveloppe métallique)*

Ensemble des pièces conductrices de l'appareillage sous enveloppe métallique insérées dans les circuits que les appareils de connexion ont pour fonction de fermer ou d'ouvrir, ou qui sont connectées à ces circuits.

3.30 *Circuit auxiliaire (d'un appareillage sous enveloppe métallique)*

Ensemble des pièces conductrices de l'appareillage sous enveloppe métallique prévues pour être connectées aux appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage.

4. Conditions normales de service

Cette recommandation s'applique à l'appareillage sous enveloppe métallique destiné à être utilisé dans les conditions suivantes:

- a) La température de l'air ambiant n'excède pas 40 °C et sa valeur moyenne, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas 35 °C.
- b) La température minimale de l'air ambiant est de:
 Pour l'installation à l'intérieur: — 5 °C.
 Pour l'installation à l'extérieur:
 — climat tempéré: — 25 °C;
 — climat arctique: — 50 °C.

Note. — Des mesures appropriées sont à prendre pour assurer le fonctionnement correct des matériels, tels que par exemple des relais, qui ne sont pas prévus pour ces conditions.

- c) L'altitude n'excède pas 1 000 m (3 300 ft).

Note. — Les niveaux d'isolement nominaux spécifiés à l'article 8 s'appliquent à l'appareillage sous enveloppe métallique prévu pour être utilisé à des altitudes n'excédant pas 1 000 m (3 300 ft) et pour les conditions de température spécifiées ci-dessus.

Pour le choix de l'appareillage sous enveloppe métallique destiné à être employé à des altitudes supérieures à 1 000 m (3 300 ft), on devra consulter le tableau I pour l'appareillage sous enveloppe métallique ayant des parties isolantes dans l'air à pression atmosphérique.

TABLEAU I

Altitude maximale m (ft) (1)	Facteur de correction des tensions d'essai au niveau de la mer (2)	Facteur de correction des tensions nominales (3)
1 000 (3 300)	1,0	1,0
1 500 (5 000)	1,05	0,95
3 000 (10 000)	1,25	0,80

Pour l'utilisation à des altitudes comprises entre 1 500 m et 3 000 m (5 000 ft et 10 000 ft), le facteur de correction convenable peut être déterminé par interpolation linéaire entre les valeurs données dans le tableau I.

Les tensions d'essai doivent être déterminées en multipliant la valeur de la tension d'essai de tenue normale en ondes de choc et la valeur de la tension de tenue normale à fréquence industrielle par le facteur de correction approprié donné dans la colonne (2) du tableau I. Dans certains cas, il peut être plus économique de choisir une tension nominale normale supérieure, de telle sorte que, multipliée par le facteur de correction approprié donné dans la colonne (3) du tableau I, il en résulte une tension qui ne soit pas inférieure à la tension de service la plus élevée du réseau.

3.29 *Main circuit (of a metal-enclosed switchgear or controlgear assembly)*

All the conducting parts of the metal-enclosed switchgear or controlgear assembly included in the circuits which its switching devices are designed to close or open, or which are connected to these circuits.

3.30 *Auxiliary circuit (of a metal-enclosed switchgear or controlgear assembly)*

All the conducting parts of the metal-enclosed switchgear or controlgear assembly intended to be connected to its control, measuring, protective and regulating equipment.

4. **Normal service conditions**

This Recommendation applies to metal-enclosed switchgear and controlgear which is designed to be used under the following conditions:

- a) The ambient air temperature does not exceed 40 °C and its average value, measured over a period of 24 h, does not exceed 35 °C.
- b) The minimum ambient air temperature is:
 For indoor installation: — 5 °C.
 For outdoor installation:
 — temperate climate: —25 °C;
 — arctic climate: —50 °C.

Note. — Appropriate steps should be taken to assure proper operation of components, e.g. relays, which are not designed for these conditions.

- c) The altitude does not exceed 1 000 m (3 300 ft).

Note. — The rated insulation levels specified in Clause 8, apply to metal-enclosed switchgear and controlgear intended for use at altitudes not exceeding 1 000 m (3 300 ft) and for the temperature conditions specified above.

In selecting metal-enclosed switchgear and controlgear for use at altitudes exceeding 1 000 m (3 300 ft), Table I should be consulted for metal-enclosed switchgear and controlgear having insulating parts in air of atmospheric pressure.

TABLE I

Maximum altitude m (ft) (1)	Correction factor for test voltages referred to sea level (2)	Correction factor for rated voltages (3)
1 000 (3 300)	1.0	1.0
1 500 (5 000)	1.05	0.95
3 000 (10 000)	1.25	0.80

For application at altitudes between 1 500 m and 3 000 m (5 000 ft and 10 000 ft), suitable correction factors may be determined by linear interpolation between the values given in Table I.

The test voltages should be determined by multiplying the value of the standard impulse withstand test voltage and the value of the standard power-frequency withstand voltage by the appropriate correction factor given in column (2) of Table I. In some cases, it may be more economical to choose a higher standard voltage rating so that, when multiplied by the appropriate correction factor given in column (3) of Table I, the resulting voltage is not less than the highest operating voltage of the system.

- d) L'air ambiant ne contient pratiquement pas de poussière, de fumées, de gaz et vapeurs corrosifs ou inflammables, ou de sels.
- e) Pour l'installation à l'extérieur, le constructeur devra tenir compte de la présence de condensation, pluie, neige, d'une couche de glace ou de givre pouvant atteindre 5 kg/m^2 ($7,1 \times 10^{-3} \text{ lb/in}^2$), des changements rapides de température, d'une pression due au vent de 700 N/m^2 ($0,1 \text{ lb/in}^2$), et des effets du rayonnement solaire.

Note. — Ceci ne signifie pas que l'appareillage pour l'installation à l'extérieur pourra conduire le courant nominal en service continu dans toutes les conditions de rayonnement solaire sans que les limites d'échauffement spécifiées dans l'article 14 soient dépassées.

- f) Pour l'installation à l'intérieur, les conditions d'humidité sont à l'étude.

Note. — Si l'appareillage sous enveloppe métallique doit être employé dans des conditions différentes de celles mentionnées ci-dessus de a) à f), le constructeur devra être consulté.

5. Conditions pendant le transport, le stockage et le montage

Il y a lieu de prévoir un accord entre constructeur et utilisateur, si les conditions de température et d'humidité, définies dans l'article 4, ne peuvent pas être respectées pendant le transport, le stockage et le montage.

SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES NOMINALES

6. Caractéristiques

Les caractéristiques nominales de l'appareillage sous enveloppe métallique sont les suivantes:

- a) tension nominale et nombre de phases;
- b) niveau d'isolement nominal;
- c) fréquence nominale;
- d) courants nominaux en service continu;
- e) courants de courte durée et valeurs de crête des courants admissibles nominaux pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre;
- f) degrés de protection;
- g) caractéristiques nominales des matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique.

7. Tension nominale

Les valeurs de la tension nominale de l'appareillage sous enveloppe métallique triphasé doivent être choisies dans la liste des valeurs normales données dans les colonnes 1 des tableaux II et III de l'article 8.

Notes 1. — Ces valeurs normales correspondent aux valeurs maximales de la tension la plus élevée du réseau sur lequel l'appareillage peut être utilisé.

2. — Les matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique peuvent avoir leurs propres valeurs de tension nominale.

- d) The ambient air is not materially polluted by dust, smoke, corrosive or flammable gases and vapours, or salt.
- e) For outdoor installation, the manufacturer should take into account the presence of condensation, rain, snow, a layer of ice or hoar frost of up to 5 kg/m^2 ($7.1 \times 10^{-3} \text{ lb/in}^2$), rapid temperature changes, wind pressure of 700 N/m^2 (0.1 lb/in^2), and the effects of solar radiation.

Note. — This does not imply that outdoor switchgear will carry its rated normal current under all conditions of solar radiation without exceeding the temperature rise specified in Clause 14.

- f) For indoor installation, the humidity conditions are under consideration.

Note. — If the metal-enclosed switchgear and controlgear is to be used under conditions different from those mentioned in a) to f) above, the manufacturer should be consulted.

5. Conditions during transport, storage and erection

A special agreement shall be made between manufacturer and user if the temperature and humidity conditions, defined in Clause 4, cannot be observed during transport, storage and erection.

SECTION TWO — RATING

6. Rated values

The rated values of metal-enclosed switchgear and controlgear are the following:

- a) rated voltage and number of phases;
- b) rated insulation level;
- c) rated frequency;
- d) rated normal currents;
- e) rated short-time withstand currents and peak withstand currents for main and earthing circuits;
- f) degrees of protection;
- g) rated values of the components forming part of the metal-enclosed switchgear and controlgear.

7. Rated voltage

The values of rated voltage of three-phase metal-enclosed switchgear and controlgear shall be selected from the list of standard values given in column 1 of Tables II and III in Clause 8.

Notes 1. — These standard values correspond to the maximum values of the highest voltage of the system on which the metal-enclosed switchgear and controlgear may be used.

2. — Components forming part of metal-enclosed switchgear and controlgear may have individual values of rated voltage.

8. Niveau d'isolement nominal

Le niveau d'isolement nominal pour les installations en situation exposée * doit être choisi selon les tableaux II ou III, page 22.

Les valeurs de tension données dans le tableau II s'appliquent aux conditions atmosphériques normales, à savoir: température 20 °C, pression 1 013 mbar, humidité 11 g/m³. Les valeurs de tension données dans le tableau III s'appliquent aux conditions atmosphériques suivantes: température 25 °C, pression 1 013 mbar, humidité 15 g/m³.

9. Fréquence nominale

Il est recommandé de choisir la fréquence nominale parmi les valeurs suivantes:

16 2/3 — 25 — 50 — 60 Hz

10. Courant nominal en service continu

Il est recommandé de choisir le courant nominal en service continu d'un circuit, par exemple d'un circuit d'alimentation ou des barres omnibus, parmi les valeurs données dans la Publication 59 de la C E I: Courants normaux.

Des valeurs intermédiaires sont à l'étude.

Note. — Les courants nominaux pour service temporaire ou intermittent feront l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

11. Courant de courte durée admissible nominal

Il est recommandé de choisir la valeur du courant de courte durée admissible nominal dans la série R 10 des nombres normaux (voir Recommandation R3 de l'ISO). La valeur normale de la courte durée doit être 1 s **.

Pour une durée supérieure à 1 s, il est admis, sauf indication contraire du constructeur, que la relation entre le courant et le temps est donnée par la formule:

$$I^2 \cdot t = \text{constante}$$

12. Valeur de crête du courant admissible nominal

La valeur de crête du courant admissible nominal doit être égale à 2,5 fois le courant de courte durée admissible nominal.

Note. — En principe, la valeur du courant de courte durée admissible nominal et la valeur de crête du courant admissible nominal d'un circuit ne peuvent pas excéder les valeurs nominales correspondantes du matériel, en série dans le circuit, qui présente les plus faibles caractéristiques. Dans chaque circuit ou chaque compartiment il est admis de tenir compte de l'action de tous les appareils qui limitent le courant de court-circuit, tels que coupe-circuit à fusibles limiteurs de courant, réactances, etc.

13. Coordination des caractéristiques nominales

Des tableaux donnant la coordination des tensions nominales, courants de courte durée admissibles nominaux et courants nominaux en service continu, sont à l'étude.

* Voir Publication 71 de la C E I: Coordination de l'isolement, article 6.

** Une autre valeur normale de la courte durée est à l'étude.

8. **Rated insulation level**

The value of the rated insulation level for use in exposed installations * shall be selected from Tables II or III, page 23.

The voltage values in Table II apply at standard atmospheric conditions which are: temperature 20 °C, atmospheric pressure 1 013 mbar, and humidity 11 g/m³. The voltage values in Table III apply at atmospheric conditions of ambient temperature 25 °C, atmospheric pressure 1 013 mbar, and humidity 15 g/m³.

9. **Rated frequency**

The rated frequency should be selected from the following values:

16 2/3 — 25 — 50 — 60 Hz

10. **Rated normal current**

The values of rated normal current of the circuits, e.g. a feeder circuit or a busbar, should be selected from IEC Publication 59, Standard Current Ratings.

Intermediate values are under consideration.

Note. — Current ratings for temporary or for intermittent duty are left to special agreement between user and manufacturer.

11. **Rated short-time withstand current**

The value of the rated short-time withstand current should be selected from the R 10 series of preferred numbers (see ISO Recommendation R3); the standard value of the short-time shall be 1 s **.

For durations greater than 1 s, the relation between current and time, unless otherwise specified by the manufacturer, shall be assumed to be in accordance with the formula:

$$I^2 \cdot t = \text{constant}$$

12. **Rated peak withstand current**

The value of the rated peak withstand current shall be equal to 2.5 times the rated short-time withstand current.

Note. — In principle the rated short-time withstand current and the rated peak withstand current of a main circuit cannot exceed the corresponding rated values of the weakest of series connected components, but for each circuit or compartment, advantage may be taken of apparatus tending to limit the actual stresses such as current-limiting fuses, reactors, etc.

13. **Co-ordination of rated values**

Tables for co-ordination of rated voltages, rated short-time withstand currents and rated normal currents, are under consideration.

* See IEC Publication 71, Insulation Co-ordination, Clause 6.

** A further standard value of short-time is under consideration.

TABLEAU II

(Basé sur la pratique courante d'un groupe de pays européens)

Tension nominale * (valeur efficace)	Tension de tenue en onde de choc normalisée, à sec Polarités positive et négative (valeur de crête) kV		Tension de tenue à fréquence industrielle, à sec pendant 1 minute (valeur efficace) kV		
	A la terre et entre pôles	Sur la distance de sectionnement **	A la terre et entre pôles		Sur la distance de sectionnement **
			Essai de type	Essai individuel	
kV (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
3,6	45	52	21	16	25
7,2	60	70	27	22	35
12,0	75	85	35	28	45
17,5	95	110	45	38	60
24,0	125	145	55	50	75
36,0	170	195	75	70	100
52,0	250	290	105	95	145
72,5	325	375	140	140	190

Note. — Des valeurs plus basses pour les installations en situation non exposée (voir Publication 71 de la C E I, article 7) sont à l'étude.

TABLEAU III

(Basé sur la pratique courante aux Etats-Unis et au Canada)

Tension nominale * (valeur efficace)	Tension de tenue en onde de choc normalisée, à sec Polarités positive et négative (valeur de crête) kV		Tension de tenue à fréquence industrielle, à sec pendant 1 minute (valeur efficace) kV		
	A la terre et entre pôles	Sur la distance de sectionnement **	A la terre et entre pôles		Sur la distance de sectionnement **
			Essai de type	Essai individuel	
kV (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
4,76	60	70	19	19	24
8,25	75	85	26	26	35
15,0	95	110	36	36	51
15,5	110	125	50	50	66
25,8	150	175	60	60	86
38,0	200	230	80	80	118
48,3	250	290	105	105	154
72,5	350	400	160	160	233

Note. — Des valeurs plus basses pour les installations en situation non exposée (voir Publication 71 de la C E I, article 7) sont à l'étude.

* Voir article 7, note 1.

** Pour l'application des valeurs des colonnes 3 et 6, voir paragraphe 24.2.1.2.

TABLE II

(Based on current practice of a group of European countries)

Rated voltage * (r.m.s.)	Standard impulse withstand voltage, dry Positive and negative polarity (peak)		One-minute power-frequency withstand voltage, dry (r.m.s.)		
	kV		kV		
	To earth and between phases	Across the isolating distance **	To earth and between phases		Across the isolating distance **
kV			Type test	Routine test	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
3.6	45	52	21	16	25
7.2	60	70	27	22	35
12.0	75	85	35	28	45
17.5	95	110	45	38	60
24.0	125	145	55	50	75
36.0	170	195	75	70	100
52.0	250	290	105	95	145
72.5	325	375	140	140	190

Note. — Lower values for non-exposed installations (see I E C Publication 71, Clause 7) are under consideration.

TABLE III

(Based on current practice in the U.S.A. and Canada)

Rated voltage * (r.m.s.)	Standard impulse withstand voltage, dry Positive and negative polarity (peak)		One-minute power-frequency withstand voltage, dry (r.m.s.)		
	kV		kV		
	To earth and between phases	Across the isolating distance **	To earth and between phases		Across the isolating distance **
kV			Type test	Routine test	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
4.76	60	70	19	19	24
8.25	75	85	26	26	35
15.0	95	110	36	36	51
15.5	110	125	50	50	66
25.8	150	175	60	60	86
38.0	200	230	80	80	118
48.3	250	290	105	105	154
72.5	350	400	160	160	233

Note. — Lower values for non-exposed installations (see I E C Publication 71, Clause 7) are under consideration.

* See Clause 7, Note 1.

** For the applicability of the values in columns 3 and 6, see Sub-clause 24.2.1.2.

14. Echauffement

L'échauffement des matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique ne doit pas dépasser les limites prescrites dans les spécifications dont ils relèvent. L'échauffement se réfère à la température de l'air ambiant.

Pour les connexions principales, comprenant les barres omnibus, les valeurs d'échauffement au courant nominal en service continu et à la fréquence nominale ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes:

- Joints recouverts d'argent: 65 deg C;
- Autres cas: 50 deg C.

Note. — L'adoption de l'échauffement de 65 deg C implique que toute précaution nécessaire sera prise pour qu'aucun dommage ne soit causé aux matériaux isolants environnants.

15. Degrés de protection

15.1 *Degrés de protection des personnes contre l'approche dangereuse des pièces sous tension et en mouvement*

Pour l'appareillage blindé, le degré de protection doit être spécifié d'une part pour les capots, d'autre part pour les cloisons

Pour l'appareillage bloc, il est seulement nécessaire de spécifier le degré de protection des capots.

Le degré de protection doit être indiqué par un chiffre caractéristique selon le tableau IV.

TABEAU IV

Chiffre caractéristique *	Degré de protection
IPH 2	Protection contre l'approche des pièces sous tension ou le contact avec les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe, avec les doigts
IPH 3	Protection contre l'approche des pièces sous tension ou le contact avec des pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe, d'outils, de fils ou d'objets analogues d'épaisseur supérieure à 2,5 mm
IPH 6	Protection totale contre l'approche des pièces sous tension ou le contact avec les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe

* Ces chiffres correspondent en substance aux premiers chiffres caractéristiques de l'article 3 de la Publication 144 de la C E I: Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.

15.2 *Protection du matériel contre les effets externes*

- a) Protection contre la pénétration de corps solides étrangers: pas de spécification particulière en dehors de celles du paragraphe 15.1.
- b) Protection contre les intempéries pour l'installation à l'extérieur: voir paragraphe 30.2.
- c) Protection contre les autres agents atmosphériques: les conditions normales de service à considérer sont données à l'article 4.

14. Temperature rise

The temperature rise of any component contained in metal-enclosed switchgear and controlgear, shall not exceed the temperature-rise limits permitted in the relevant specification applying to that component when related to the ambient air temperature.

For main connections including busbars, the temperature rise at rated normal current and rated frequency shall not exceed the following values:

- Joints, silver-faced: 65 deg C;
- Other cases: 50 deg C.

Note. — When applying the temperature rise of 65 deg C, care should be taken that no damage is caused to surrounding insulating materials.

15. Degrees of protection

15.1 *Degrees of protection of persons against hazardous approach to live parts and moving parts*

For metal-clad switchgear and controlgear, the degree of protection shall be specified separately for covers and for partitions.

For cubicle switchgear and controlgear, it is only necessary to specify the degree of protection for covers.

The degree of protection shall be indicated by means of a characteristic numeral as given in the following Table IV.

TABLE IV

Characteristic numeral *	Degree of protection
IPH 2	Protection against approach to live parts or contact with internal moving parts, by fingers
IPH 3	Protection against approach to live parts or contact with internal moving parts, by tools, wires or similar objects of thickness greater than 2.5 mm
IPH 6	Complete protection against approach to live parts or contact with internal moving parts

* These numerals correspond essentially to the first characteristic numerals of Clause 3 of IEC Publication 144, Degrees of Protection of Enclosures for Low-voltage Switchgear and Controlgear.

15.2 *Protection of equipment against external effects*

- a) Protection against ingress of foreign solid bodies: no additional provisions beyond those in Sub-clause 15.1 are given.
- b) Protection from the weather for outdoor installation: see Sub-clause 30.2.
- c) Protection against other atmospheric agents: relevant normal service conditions are given in Clause 4.

SECTION TROIS — CONCEPTION ET CONSTRUCTION

16. Généralités

L'appareillage sous enveloppe métallique doit être construit de façon telle que les opérations normales d'exploitation et d'entretien, comprenant la vérification habituelle de l'ordre de succession des phases, la mise à la terre des câbles raccordés, la localisation des défauts dans les câbles, les essais diélectriques des câbles ou des autres appareils raccordés et la suppression des charges électrostatiques dangereuses, puissent être effectuées sans risque.

Tous les matériels de construction et de caractéristiques identiques susceptibles d'être remplacés doivent être interchangeables.

Les matériels contenus dans l'appareillage sous enveloppe métallique sont soumis aux spécifications particulières les concernant.

17. Enveloppes

17.1 Généralités

L'enveloppe externe doit être en métal et réalisée de manière à assurer une protection conforme aux conditions suivantes lorsque l'appareillage sous enveloppe métallique est installé:

La surface d'assise, même non métallique, peut être considérée comme faisant partie de l'enveloppe. Les mesures à prendre pour obtenir le degré de protection spécifié pour la surface d'assise feront l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Les murs d'un local ne sont pas considérés comme faisant partie de l'enveloppe.

Pour l'installation à l'extérieur le constructeur doit tenir compte de l'influence des conditions climatiques (voir article 4).

Notes 1. — Il est souhaitable que le degré de protection des personnes soit le plus élevé possible en cas de défauts donnant lieu à des arcs à l'intérieur d'un compartiment. Tout en reconnaissant que le but principal est d'éviter la formation d'un arc ou de limiter sa durée, il est aussi important de prévoir des moyens appropriés pour réduire au minimum le danger qui pourrait résulter de la surpression due à un arc.

2. — Un accord spécial entre constructeur et utilisateur peut être conclu pour des utilisations telles que les enveloppes risquent d'être soumises à des chocs mécaniques ou à des effets similaires.

17.2 Capots

Conformément au paragraphe 17.1, les capots sont métalliques. Les capots doivent présenter le degré de protection spécifié selon le paragraphe 15.1, lorsqu'ils sont fermés et que les parties amovibles sont dans l'une ou l'autre des positions définies aux paragraphes 3.16 à 3.20.

Les capots ne doivent pas être réalisés sous la forme de grillage, de persiennes ou sous des formes similaires, même si leurs ouvertures ne sont pas plus larges que celles qui correspondent au degré de protection spécifié, à l'exception des capots prévus avec des ouvertures pour la ventilation ou l'échappement des gaz.

On distingue deux catégories de capots pour l'accès aux compartiments à haute tension:

- a) ceux qui n'ont pas à être ouverts pour les opérations normales d'exploitation ou d'entretien (capots fixes). Ils ne doivent pas pouvoir être ouverts, démontés ou retirés sans l'aide d'un outil;

SECTION THREE — DESIGN AND CONSTRUCTION

16. General

Metal-enclosed switchgear and controlgear shall be designed so that normal service and maintenance operations, including the usual checking of phase sequence, earthing of connected cables, locating of cable faults, voltage tests on connected cables or other gear and the elimination of dangerous electrostatic charges, can be carried out safely.

All components of the same rating and construction which may need to be replaced shall be interchangeable.

The various components contained within the enclosure are subject to the individual specifications applying to them.

17. Enclosures

17.1 General

External enclosures shall be of metal and shall be made in such a way as to assure protection in accordance with the following conditions when the metal-enclosed switchgear and controlgear is erected:

The floor surface, even if not metallic, may be considered as part of the enclosure. The measures to be taken in order to obtain the specified degree of protection for the floor surface shall be subject to an agreement between manufacturer and user.

The walls of a room shall not be considered as parts of the enclosure.

For outdoor installation, the manufacturer shall take into account the influence of climatic conditions (see Clause 4).

Notes 1. — It is desirable that the highest possible degree of protection to personnel should be provided in case of a fault leading to arcing inside a compartment. Although the prime object should be to avoid such arcs or to limit their duration, it is also important to ensure that overpressure created by arcing is relieved so as to minimize the risk to personnel.

2. — A special arrangement between manufacturer and user may be made for applications where enclosures are liable to mechanical impact and similar effects.

17.2 Covers

In compliance with Sub-clause 17.1, covers are metallic. Covers shall provide the degree of protection specified in accordance with Sub-clause 15.1, when they are closed and removable parts are in any of the positions defined in Sub-clauses 3.16 to 3.20.

With the exception of ventilation openings and vent outlets, covers shall not be made of woven wire mesh, expanded metal and the like, even though these may not have any larger openings than those permitted by the specified degree of protection.

Two categories of covers are recognized with regard to access to high-voltage compartments:

- a) those which need not be opened for the normal purposes of operation or maintenance (fixed covers). It shall not be possible for them to be opened, dismantled or removed without the use of a tool;

- b) ceux qui ont à être ouverts pour les opérations normales d'exploitation ou d'entretien (capots amovibles, portes). Ils ne doivent pas nécessiter d'outil pour leur ouverture ou leur enlèvement. Ils devront pouvoir être munis d'un dispositif de fermeture (cadenas par exemple) à moins que la sécurité des personnes ne soit assurée par un verrouillage mécanique approprié.

Pour l'appareillage blindé à haute tension, les capots ne doivent être ouverts que si la partie du circuit principal contenue dans le compartiment rendu accessible est hors tension. Après ouverture, le degré de protection par rapport aux autres compartiments contenant du matériel sous tension devra être celui spécifié pour les cloisons selon le paragraphe 15.1.

17.3 *Cloisons, volets et regards*

17.3.1 *Généralités*

Les cloisons, volets et regards doivent assurer le degré de protection prescrit.

Les capots de tout appareillage sous enveloppe métallique et les cloisons de l'appareillage blindé contenant des ouvertures pour permettre l'embrochage des contacts de la partie amovible et des contacts fixes doivent être munis de volets assurant la sécurité des personnes dans les positions définies aux paragraphes 3.17 à 3.20.

S'il est nécessaire, lors des travaux d'entretien, d'ouvrir des volets pour atteindre un jeu de contacts fixes, tous les volets doivent être munis de dispositifs permettant de les immobiliser en position de fermeture.

Les regards doivent être fermés par des plaques transparentes ayant une résistance mécanique comparable à celle de l'enveloppe. De plus, il faut prévoir des moyens pour empêcher la formation de charges électrostatiques dangereuses, soit par des distances suffisantes, soit par blindage électrostatique (par exemple, une grille mise à la terre et appliquée sur la face intérieure du regard).

Note. — Les conducteurs passant à travers une cloison métallique sont isolés par des traversées (voir Publication 137 de la C.E.I.: Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V).

17.3.2 *Cloisons et volets métalliques*

Les cloisons d'appareillage blindé sont métalliques.

Si, dans une position de sectionnement, après l'extraction ou de mise à la terre de la partie amovible, les volets deviennent partie d'un capot, c'est-à-dire partie de l'enveloppe externe, ils doivent être métalliques, mis à la terre et assurer, en position de fermeture, le degré de protection spécifié pour les capots.

17.3.3 *Cloisons, volets et regards en matériau isolant*

Les cloisons d'appareillage bloc peuvent être non métalliques.

Si, dans une position de sectionnement, après l'extraction ou de mise à la terre de la partie amovible, les volets ne deviennent pas partie d'un capot, c'est-à-dire partie de l'enveloppe externe, ils peuvent être en matériau isolant.

Les cloisons, volets et regards en matériau isolant doivent répondre aux prescriptions suivantes:

- a) l'isolation entre les pièces sous tension des circuits principaux et la surface accessible des volets, cloisons et regards en matériau isolant doit pouvoir tenir les tensions d'essai spécifiées dans l'article 8, tableaux II et III, colonnes 2 et 4;

- b) those which need to be opened for the normal purposes of operation or maintenance (removable covers, doors). These shall not require tools for their opening or removal. They shall be provided with locking facilities, for example, provision for padlocks, unless the safety of operators is assured by a suitable interlocking device.

With high-voltage metal-clad switchgear and controlgear, covers should only be opened when the part of the main circuit contained in the compartment being made accessible is dead. After opening, the degree of protection in relation to other compartments containing live equipment shall be that specified for the partitions in accordance with Sub-clause 15.1.

17.3 *Partitions, shutters and inspection windows*

17.3.1 *General*

Partitions, shutters and inspection windows shall give the required degree of protection.

Openings in the covers of all metal-enclosed switchgear and controlgear and in the partitions of metal-clad switchgear and controlgear through which contacts of removable parts engage fixed contacts shall be provided with shutters to assure the protection of persons in the positions defined in Sub-clauses 3.17 to 3.20.

If maintenance requirements imply that one set of fixed contacts shall be accessible through opened shutters, all shutters shall be provided with a means of locking them in the closed position.

Inspection windows shall be covered by a transparent sheet of mechanical strength comparable to that of the enclosure and precautions shall be taken to prevent the formation of dangerous electrostatic charges, either by distance or by electrostatic shielding (e.g. a suitable earthed wire-mesh on the inside of the window).

Note. — Conductors passing through metallic partitions are insulated by bushings (see IEC Publication 137, Bushings for Alternating Voltages above 1 000 V).

17.3.2 *Metallic partitions and shutters*

The partitions of metal-clad switchgear and controlgear are metallic.

When — with the removable part in a disconnected, removed or earthing position — shutters become part of a cover, i.e. part of the external enclosure, they shall be of earthed metal and, when closed, shall provide the degree of protection specified for covers.

17.3.3 *Partitions, shutters and inspection windows of insulating material*

The partitions of cubicle switchgear and controlgear may be non-metallic.

When — with the removable part in a disconnected, removed or earthing position — shutters do not become part of a cover, i.e. part of the external enclosure, they may be of insulating material.

Partitions, shutters and inspection windows of insulating material shall meet the following requirements:

- a) the insulation between live parts of the main circuit and the accessible surface of insulating shutters, partitions and inspection windows shall be capable of withstanding the test voltage according to Clause 8, Tables II or III, columns 2 and 4;

- b) abstraction faite des exigences mécaniques, l'épaisseur du matériau isolant doit être suffisante pour tenir les tensions d'essai spécifiées dans l'article 8, tableaux II et III, colonnes 2 et 4. Les méthodes spécifiées dans la Publication 243 de la C E I: Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants aux fréquences industrielles, doivent être appliquées;
- c) l'isolation entre les pièces sous tension du circuit principal et le côté des volets, cloisons et regards en matériau isolant en face de ces pièces doit pouvoir tenir au moins 150 % de la tension nominale;
- d) les courants de fuite qui pourraient atteindre la surface accessible du volet, de la cloison ou du regard par un chemin continu sur des surfaces isolantes ou par un tel chemin interrompu seulement par d'étroits espaces de gaz ou de liquide, ne doivent pas être supérieurs à 0,5 mA dans les conditions spécifiées dans le paragraphe 30.1.

17.4 Orifices de ventilation et d'échappement

Les orifices de ventilation et d'échappement des gaz doivent être disposés ou protégés de telle sorte qu'un fil droit de n'importe quel diamètre ne puisse pas être placé dans une position telle que le niveau d'isolement des circuits principaux soit réduit en dessous du niveau nominal. Ces orifices peuvent être protégés par des grillages à condition que ceux-ci aient une rigidité mécanique suffisante.

Les orifices de ventilation et d'échappement doivent être disposés de façon telle que le danger auquel serait exposé un opérateur soit réduit au minimum lors de l'échappement de gaz ou de vapeurs sous pression.

17.5 Circuits auxiliaires

Les dispositifs de commande et auxiliaires doivent être séparés du circuit principal par des cloisons métalliques mises à la terre.

Le câblage des circuits auxiliaires, à l'exception de courtes connexions aux bornes de transformateurs de mesure, bobines de déclenchement, contacts auxiliaires, etc., doit être aussi séparé du circuit principal, soit par des cloisons métalliques (par exemple des tubes) mises à la terre, soit par des cloisons (par exemple des tubes) en matière isolante.

Les coupe-circuit à fusibles des circuits auxiliaires, les bornes et les autres dispositifs auxiliaires sur lesquels on peut intervenir lorsque l'appareillage est en service doivent être accessibles sans que des conducteurs à haute tension soient eux-mêmes accessibles.

18. Sectionneurs

Le dispositif servant au sectionnement entre les conducteurs principaux d'une partie amovible et ceux d'une partie fixe est considéré comme étant un sectionneur. Les sectionneurs doivent répondre à la Publication 129 de la C E I: Sectionneurs à courant alternatif et sectionneurs de terre, sauf que l'article 43 doit y être remplacé par la clause suivante:

Pour des raisons de sécurité, les sectionneurs doivent être réalisés de telle sorte qu'aucun courant de fuite ne s'écoule d'un côté à l'autre de la distance de sectionnement.

Cette condition de sécurité est remplie lorsque l'isolation en question est effectivement protégée contre la pollution en service ou lorsque les courants de fuite seront dirigés vers la terre par une connexion de terre appropriée*.

* Les essais destinés à vérifier l'efficacité de la protection contre la pollution et le comportement des matériaux isolants à l'égard des courants de fuite feront l'objet d'études de la part de la C E I.

- b) apart from mechanical considerations, the thickness of the insulating material shall be capable of withstanding the test voltage according to Clause 8, Tables II and III, columns 2 and 4. The methods specified in I E C Publication 243, Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies, should be applied;
- c) the insulation between live parts of the main circuit and the surface of insulating shutters, partitions and inspection windows facing these shall be capable of withstanding at least 150% of rated voltage;
- d) if leakage currents may reach the accessible side of the shutter, partition or inspection window by a continuous path over insulating surfaces or by such a path broken only by small gaps of gas or liquid, they shall not be greater than 0.5 mA under the test conditions prescribed in Sub-clause 30.1.

17.4 *Ventilating openings, vent outlets*

Ventilating openings and vent outlets shall be so arranged or shielded that a straight wire of any diameter cannot be brought into a position which would reduce the insulation level of the main circuits below the rated level. Such openings may make use of wire mesh or the like provided that it is of suitable mechanical strength.

Ventilating openings and vent outlets shall be arranged so as to minimize the danger to an operator due to gas or vapour escaping under pressure.

17.5 *Auxiliary circuits*

Control and auxiliary devices shall be segregated by earthed metallic partitions from the main circuit.

The wiring of auxiliary circuits shall, with the exception of short lengths of wire at terminals of instrument transformers, tripping coils, auxiliary contacts etc., also be either segregated from the main circuit by earthed metallic partitions (e.g. tubes) or separated by partitions (e.g. tubes) made of insulating material.

Fuses of auxiliary circuits, terminals and other auxiliary apparatus requiring attention while the equipment is in service, shall be accessible without exposing high-voltage conductors.

18. **Disconnectors (isolators)**

The means for the separation of the high-voltage conductors of removable parts from the fixed parts are considered to be disconnectors (isolators). All disconnectors shall comply with I E C Publication 129, Alternating Current Isolators (Disconnectors) and Earthing Switches, except that the following provision shall take the place of Clause 43:

For reasons of safety, the disconnectors shall be so designed that no dangerous leakage currents can pass from one side to the other side of the isolating distance.

This safety requirement is met when the insulation involved is effectively protected against pollution in service or when any leakage current would be led away to earth by a reliable earth connection *.

* Tests to prove the effectiveness of the protection against pollution and the performance of insulating material in respect of leakage currents will be subjects of study for the I E C.

La stipulation de l'article 45 b) de la Publication 129 de la CEI disant qu'il doit être possible de reconnaître de façon sûre la position des sectionneurs est réputée satisfaite si l'une des conditions suivantes est remplie:

- la distance de sectionnement est visible;
- la position de la partie débrochable, par rapport à la partie fixe, est nettement visible;
- la position du sectionneur est indiquée par un dispositif indicateur sûr.

Toute partie amovible doit être maintenue par rapport à la partie fixe de telle sorte que le sectionneur ne puisse s'ouvrir intempestivement sous l'effet des forces pouvant se produire en service, en particulier de celles dues au court-circuit.

19. Verrouillages

Des verrouillages entre les différents éléments de l'appareillage seront prévus pour des raisons de sécurité et pour faciliter le service. Les règles suivantes sont obligatoires pour les circuits principaux:

a) Appareillage sous enveloppe métallique contenant des parties amovibles

Le débrochage ou l'embrochage d'un disjoncteur, interrupteur ou contacteur ne doit être possible que si cet appareil de connexion se trouve dans la position d'ouverture.

La manœuvre d'un disjoncteur, interrupteur ou contacteur ne doit être possible que si cet appareil de connexion se trouve dans une des positions de service, de sectionnement, après l'extraction, d'essai ou de mise à la terre.

Dans la position de service, la fermeture du disjoncteur ou contacteur ne doit être possible que si cet appareil de connexion est raccordé au circuit auxiliaire.

b) Appareillage sous enveloppe métallique ne comportant pas de parties amovibles mais des sectionneurs

Des verrouillages doivent être prévus pour empêcher la manœuvre des sectionneurs dans des conditions pour lesquelles ils ne sont pas prévus (voir l'article 3 de la Publication 129 de la CEI). La manœuvre d'un sectionneur utilisé pour établir ou couper un courant d'intensité négligeable ne doit être possible que lorsque le disjoncteur, l'interrupteur ou le contacteur associé se trouve en position d'ouverture.

La manœuvre du disjoncteur, de l'interrupteur ou du contacteur ne doit être possible que si le sectionneur associé se trouve en position d'ouverture ou bien en position de fermeture.

Des verrouillages complémentaires ou différents peuvent être prévus par accord entre constructeur et utilisateur. Le constructeur doit fournir toutes les informations nécessaires sur le but et le mode de fonctionnement des verrouillages.

Il est recommandé que pour chaque circuit les sectionneurs de terre ayant un pouvoir de fermeture sur court-circuit inférieur à la valeur de crête du courant admissible nominal du circuit soient verrouillés avec les sectionneurs associés.

Les appareils installés dans les circuits principaux, dont la manœuvre incorrecte peut causer des dommages ou qui servent à assurer la distance de sectionnement durant des travaux d'entretien, doivent être munis de dispositifs permettant de les immobiliser (par exemple cadenas).

Note. — Dans la mesure du possible, la préférence sera donnée au verrouillage mécanique.

The requirement of Clause 45 b) of I E C Publication 129 that it shall be possible to know the operating position of disconnectors is met when one of the following conditions is fulfilled:

- the isolating distance is visible;
- the position of the withdrawable part, in relation to the fixed part, is clearly visible;
- the position of the disconnector is indicated by a reliable indicating device.

Any removable part shall be so attached to the fixed part that the disconnector will not open inadvertently due to forces which may occur in service, in particular those due to a short-circuit.

19. Interlocks

Interlocks between different pieces of apparatus are provided for reasons of safety and for convenience of operation. The following provisions are mandatory for main circuits:

a) *Metal-enclosed switchgear and controlgear with removable parts*

The withdrawal or engagement of a circuit-breaker, switch or contactor shall not be possible unless this switching device is in the open position.

The operation of a circuit-breaker, switch or contactor shall not be possible unless this switching device is in a service, disconnected, removed, test or earthing position.

It shall be impossible to close the circuit-breaker or contactor in the service position unless this switching device is connected to the auxiliary circuit.

b) *Metal-enclosed switchgear and controlgear without removable parts and provided with disconnectors*

Interlocks shall be provided to prevent operation of disconnectors under conditions other than those they are intended for (see Clause 3 of I E C Publication 129). The operation of a disconnector intended to open (or close) with negligible current shall not be possible unless the associated circuit-breaker, switch or contactor is in the open position.

The operation of the circuit-breaker, switch or contactor shall not be possible unless the associated disconnector is either in the open or the closed position.

The provision of additional or alternative interlocks shall be subject to agreement between manufacturer and user. The manufacturer shall give all necessary information on the character and function of interlocks.

It is recommended that earthing switches having a short-circuit making capacity less than the rated peak withstand current of the circuit should be interlocked with the associated disconnectors.

Apparatus installed in main circuits, the incorrect operation of which can cause damage or which are used for assuring isolating distances during maintenance work, shall be provided with locking facilities (e.g. provision for padlocks).

Note. — Whenever practical, preference should be given to mechanical interlocks.

20. Mise à la terre

Il doit être prévu un conducteur commun de terre disposé sur toute la longueur de l'appareillage sous enveloppe métallique. La densité de courant dans le conducteur de terre, s'il est en cuivre, * ne doit pas dépasser 200 A/mm^2 dans les conditions prescrites de défaut à la terre; toutefois, la section de ce conducteur doit être d'au moins 30 mm^2 . Ce conducteur doit être terminé par une borne appropriée, destinée au raccordement au réseau de terre de l'installation.

Les enveloppes de chaque cellule doivent être connectées au conducteur de terre. Toutes les parties métalliques prévues pour être mises à la terre et ne faisant pas partie d'un circuit principal ou auxiliaire doivent être connectées au conducteur de terre. Pour l'interconnexion des charpentes, capots, cloisons, etc., d'une cellule, l'assemblage, par exemple par boulonnage ou soudage, est considéré comme suffisant pour assurer la continuité électrique. Les portes des compartiments à haute tension doivent être reliées à la charpente par des moyens appropriés.

Les pièces métalliques des parties débrochables, qui sont normalement à la terre, doivent rester à la terre jusqu'à ce que les conditions prescrites pour la distance de sectionnement selon l'article 18 soient satisfaites. Elles doivent être également à la terre en position de sectionnement lorsque le circuit auxiliaire n'est pas complètement déconnecté (par exemple dans la position d'essai).

En général, la continuité des circuits de mise à la terre doit être assurée compte tenu des sollicitations thermiques et électriques causées par les courants susceptibles de les traverser.

Lorsque des parties du conducteur de terre peuvent avoir à supporter le plein courant de court-circuit triphasé, ce qui est le cas par exemple lorsque des sectionneurs de terre sont prévus, les connexions doivent être dimensionnées en conséquence.

Note. — Le courant susceptible de traverser le conducteur reliant le conducteur de terre avec le point de court-circuit de la partie triphasée du circuit de terre est sensiblement différent selon que le réseau est à neutre isolé ou à neutre à la terre. Il pourra faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Il doit être possible de mettre à la terre toutes les parties d'un circuit principal qui peuvent être déconnectées du reste de ce circuit.

21. Informations, plaques signalétiques

21.1 Informations à indiquer par l'utilisateur

- type intérieur ou extérieur et conditions de service;
- degrés de protection;
- caractéristiques nominales;
- schémas des circuits.

21.2 Informations à indiquer par le constructeur

- caractéristiques nominales et caractéristiques de construction;
- instructions de service et d'entretien;
- instructions de transport (poids et dimensions des colis);
- instructions de montage;
- instructions pour le branchement des connexions extérieures;
- caractéristiques nominales des matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique.

* Si le conducteur de terre n'est pas en cuivre, il doit présenter des caractéristiques thermiques et mécaniques équivalentes.

20. Earthing

An earthing conductor shall be provided running the length of the metal-enclosed switch-gear and controlgear. The current density in the earthing conductor, if of copper, * shall not exceed 200 A/mm^2 under the specified earth fault conditions; however, its cross-sectional area shall not be less than 30 mm^2 . It shall be terminated by an adequate terminal intended for connection to the earth system of the installation.

Each unit enclosure shall be connected to the earthing conductor. All metallic parts intended to be earthed, which do not belong to a main or auxiliary circuit, shall be connected to the earthing conductor. For the interconnection within a unit, fastening, e.g. bolting or welding together of the frame, covers, partitions or other structural parts, is acceptable for providing electrical continuity. Doors of high-voltage compartments shall be connected to the framework by adequate means.

The metallic parts of withdrawable parts, which are normally earthed, shall remain earth connected until the prescribed conditions for the isolating distance according to Clause 18 are met. They shall also remain earth connected in a disconnected position whilst the auxiliary circuit is not totally disconnected (e.g. in the test position).

In general, the continuity of the earthing circuits shall be ensured taking into account the thermal and electrical stresses caused by the current they may have to carry.

Where lengths of earth connections have to carry the full three-phase short-circuit current — as is, for example, the case where earthing switches are provided — the connections shall be dimensioned accordingly.

Note. — The current which conductors between the earth conductor and the short-circuit point of the three-phase part of the earthing circuit may have to carry differs considerably in the case of isolated neutral and earthed systems and may be the subject of an agreement between manufacturer and user.

Each part of a main circuit which can be disconnected from the rest, shall be capable of being earthed.

21. Information, nameplates

21.1 Information to be given by the user

- indoor or outdoor type, and service conditions;
- degrees of protection;
- rated values;
- circuit diagrams.

21.2 Information to be given by the manufacturer

- rated values and constructional data;
- operating and maintenance instructions;
- transport instructions (weight and dimensions of cases);
- erection instructions;
- instructions for the external connections;
- rated values of the equipment contained within the metal-enclosed switchgear and control-gear.

* If the earthing conductor is not of copper, equivalent thermal and mechanical requirements shall be met.

21.3 *Plaques signalétiques*

Les indications suivantes sont considérées comme obligatoires:

- a) nom du constructeur ou une marque d'identification;
- b) numéro de série ou désignation de type permettant d'obtenir toute information nécessaire de la part du constructeur.

Il est recommandé de donner également les indications suivantes le cas échéant:

- tension nominale;
- courants nominaux pour les barres omnibus et les circuits;
- fréquence nominale.

SECTION QUATRE — ESSAIS

22. **Généralités**

La présente recommandation prévoit des essais de type et des essais individuels.

D'autres essais que ceux énumérés ci-dessous sont à l'étude, en particulier pour l'appareillage sous enveloppe métallique utilisant un diélectrique autre que l'air à la pression atmosphérique pour la distance de sectionnement et l'appareillage sous enveloppe métallique comportant des isolants organiques. Dans l'attente des résultats de cette étude, un accord entre les constructeur et utilisateur pourra être conclu.

Les matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique et relevant d'autres spécifications doivent y satisfaire et être essayés en conséquence, en tenant compte des indications suivantes.

23. **Classification des essais**

23.1 *Essais et vérifications de type*

Ces essais ont pour but de vérifier les caractéristiques d'établissement de l'appareillage sous enveloppe métallique. Ils sont à effectuer sur des types représentatifs d'ensembles ou de sous-ensembles.

Il n'est toutefois pas toujours raisonnablement possible de soumettre toutes les dispositions prévues de l'appareillage sous enveloppe métallique à des essais de type, compte tenu de la multiplicité des types, des caractéristiques et des combinaisons de matériels. Les caractéristiques d'une disposition donnée peuvent alors être déduites des résultats d'essais obtenus avec des dispositions comparables.

Ces essais et vérifications comprennent:

- Essais de tension à sec en onde de choc: paragraphes 24.2.1 et 24.3
- Essais de tension à sec à fréquence industrielle: paragraphes 24.2.1 et 24.4
- Essais d'échauffement: article 25
- Essais des circuits principaux au courant de courte durée: article 26
- Essais des circuits de terre au courant de courte durée: article 27
- Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure: article 28
- Essais de fonctionnement mécanique: article 29

21.3 Nameplates

The following data shall be mandatory:

- a) manufacturer's name or distinguishing mark;
- b) a serial number or type designation making it possible to get all relevant information from the manufacturer.

It is recommended that the following data should also be given (where applicable):

- rated voltage;
- rated currents for the busbars and for the circuits;
- rated frequency.

SECTION FOUR — TESTS

22. General

The tests prescribed by this Recommendation include type tests and routine tests.

Other tests than those indicated hereafter are under consideration, especially for metal-enclosed switchgear and controlgear using a dielectric other than air under atmospheric pressure for the isolating distance, and for metal-enclosed switchgear and controlgear including organic insulating materials. In the meantime, special agreements between manufacturer and user may be made.

Components forming part of metal-enclosed switchgear and controlgear, which are covered by other specifications, shall comply with and be tested according to those specifications taking into account the conditions given in the following clauses

23. Classification of tests

23.1 Type tests and verifications

The purpose of type tests is to verify the design characteristics. The type tests are made on representative prototype assemblies or sub-assemblies.

Because of the variety of types, ratings and possible combinations of components, it is impracticable to type test all arrangements of metal-enclosed switchgear and controlgear. The performance of any particular arrangement may be substantiated by test data of comparable arrangements.

These tests and verifications comprise:

- Impulse voltage dry tests: Sub-clauses 24.2.1 and 24.3
- Power-frequency voltage dry tests: Sub-clauses 24.2.1 and 24.4
- Temperature-rise tests: Clause 25
- Short-time current tests on main circuits: Clause 26
- Short-time current tests on earthing circuits: Clause 27
- Verification of making and breaking capacity: Clause 28
- Mechanical operation tests: Clause 29

- Vérification des degrés de protection des personnes contre l'approche dangereuse des pièces sous tension ou en mouvement: paragraphe 30.1
- Essais aux intempéries (de l'appareillage sous enveloppe métallique pour l'installation à l'extérieur): paragraphe 30.2

Note. — Certains de ces essais peuvent compromettre l'aptitude à l'emploi ultérieur de la partie essayée.

23.2 *Essais et vérifications individuels*

Ces essais ont pour but de déceler des défauts éventuels de matière ou de fabrication. Ils sont à effectuer sur toutes les unités de transport et, dans la mesure du possible, en usine.

Ces essais et vérifications comprennent:

- Essais de tension à sec à fréquence industrielle: paragraphes 24.2.2 et 24.4
- Essais de tension des circuits auxiliaires: paragraphe 24.5
- Essais de fonctionnement mécanique: article 29
- Essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques et hydrauliques: article 31
- Vérification de la filerie: article 32

Note. — Il peut être nécessaire de vérifier l'interchangeabilité des matériels de construction et de caractéristiques identiques (voir article 16).

24. **Essais de tension**

24.1 *Conditions de l'air ambiant pendant les essais*

Lorsque l'isolation de l'appareillage à enveloppe métallique comprend de l'air à la pression atmosphérique, les essais de tension doivent être faits dans des conditions aussi voisines que possible des conditions atmosphériques normales données dans la Publication 60 de la C.E.I.: Essais à haute tension. Lorsque les conditions au moment des essais sont différentes des conditions normales et qu'il y a, de ce fait, un risque de décharge disruptive dans l'air, la tension spécifiée pour les essais peut être réduite par les facteurs de correction donnés dans la Publication 60 de la C.E.I.

Pour l'appareillage sous enveloppe métallique dont l'isolation ne comporte pas d'air atmosphérique, les conditions de l'air ambiant n'ont pas d'importance pour les essais diélectriques.

24.2 *Application et valeurs de la tension d'essai*

24.2.1 *Essais de type*

Etant donné la grande variété des constructions, il n'est pas possible de spécifier de manière détaillée les essais auxquels le circuit principal doit être soumis, mais ils doivent en principe couvrir ce qui suit.

24.2.1.1 *A la terre et entre pôles*

La tension d'essai spécifiée dans les colonnes 2 et 4 des tableaux II ou III doit être appliquée entre chaque partie conductrice du circuit principal et la masse, les autres parties conductrices du circuit principal étant reliées à la masse et à la terre.

- Verification of the degrees of protection of persons against hazardous approach to live parts and moving parts: Sub-clause 30.1
- Weatherproofing test (for metal-enclosed switchgear and controlgear for outdoor use): Sub-clause 30.2

Note. — Some of these tests may impair the suitability of the tested part for subsequent use in service.

23.2 *Routine tests and verifications*

The purpose of these tests is to detect possible material or manufacturing defects. These tests shall be made on all transportable assemblies and, whenever practicable, at the manufacturer's works.

These tests and verifications comprise:

- Power-frequency voltage dry tests: Sub-clauses 24.2.2 and 24.4
- Voltage tests on auxiliary circuits: Sub-clause 24.5
- Mechanical operation tests: Clause 29
- Tests of auxiliary electrical, pneumatic and hydraulic devices: Clause 31
- Verification of wiring: Clause 32

Note. — It may be necessary to verify the interchangeability of components of the same rating and construction (see Clause 16).

24. **Voltage tests**

24.1 *Ambient air conditions during tests*

Where the insulation of metal-enclosed switchgear and controlgear comprises atmospheric air, voltage tests shall be made in conditions as near as possible to the standard atmospheric conditions laid down in I E C Publication 60, High-voltage Test Techniques. When, due to deviation of the conditions at the time of the tests from standard atmospheric conditions, there is a risk of flashover in air, the voltage specified for the tests may be reduced by the application of the correction factors given in I E C Publication 60.

For metal-enclosed switchgear and controlgear without insulation in atmospheric air, the ambient air conditions are of no account in dielectric tests.

24.2 *Application and values of test voltages*

24.2.1 *Type tests*

Because of the great variety of designs, it is not feasible to give specific indications of the tests to be performed on the main circuit, but, in principle, they shall cover the following.

24.2.1.1 *To earth and between phases*

Each conducting part of the main circuit shall be tested with the voltages indicated in columns 2 and 4 of Tables II or III, to the earthed frame, all other conducting parts of the main circuit being connected to the frame.

Afin de vérifier la conformité avec la condition *a)* du paragraphe 17.3.3, un feuillet métallique, de surface circulaire ou carrée aussi grande que possible mais n'excédant pas 100 cm², mis à la terre, doit être appliqué à l'endroit le plus défavorable sur le côté accessible du volet, de la cloison ou du regard en matériau isolant. En cas de doute sur l'endroit le plus défavorable, l'essai doit être répété avec le feuillet appliqué à des endroits différents.

Les essais doivent être faits, dans tous les cas, avec tous les appareils de connexion fermés et toutes les parties amovibles en position de service. L'attention est attirée sur la possibilité d'un champ électrique moins favorable lorsque les appareils de connexion sont en position d'ouverture ou que les parties amovibles sont dans une position de sectionnement, après l'extraction ou de mise à la terre. Les essais doivent alors être répétés dans ces conditions moins favorables.

Lorsque l'appareillage contient des volets en matériau isolant, un essai complémentaire doit être fait avec les parties amovibles dans la position après l'extraction, les volets étant recouverts par le feuillet spécifié, mis à la terre.

Lorsque l'appareillage contient des cloisons en matériau isolant, la disposition d'essai et l'application du feuillet spécifié, mis à la terre, doivent tenir compte de l'accessibilité requise pour l'exploitation ou l'entretien.

Note. — Les parties amovibles ne seront pas soumises à ces essais lorsqu'elles sont dans une position de sectionnement ou après l'extraction.

24.2.1.2 *Sur la distance de sectionnement*

La tension d'essai spécifiée dans les colonnes 3 et 6 des tableaux II ou III doit être appliquée à chaque distance de sectionnement du circuit principal.

La distance de sectionnement peut s'entendre comme la distance entre les deux parties conductrices du circuit principal prévues pour être connectées par l'intermédiaire d'un appareil de connexion amovible ou débrochable.

Si, dans une position de sectionnement, un volet métallique mis à la terre est interposé entre les contacts fixes et mobiles qui se correspondent en vue d'assurer leur séparation, la distance qui les sépare ne doit plus être considérée comme distance de sectionnement.

Pour toute position de sectionnement pour laquelle il n'y a pas de volet ni de cloison métallique mis à la terre entre la partie fixe et la partie débrochable, la tension spécifiée ci-dessus doit être appliquée comme suit:

- a)* Si le circuit principal de la partie débrochable est accessible:
 - entre les contacts mobiles et les contacts fixes qui se correspondent.
- b)* Si le circuit principal de la partie débrochable n'est pas accessible:
 - entre les contacts fixes correspondant à un côté de l'appareil de connexion débrochable et les contacts fixes correspondant à l'autre côté, l'appareil de connexion étant fermé.

24.2.1.3 *Essai complémentaire avec cloisons, volets ou regards en matériau isolant*

Pour vérifier la conformité avec la condition *c)* du paragraphe 17.3.3, l'isolation entre les pièces sous tension du circuit principal et la cloison, le volet ou le regard en matériau isolant doit être soumise à une tension d'essai à fréquence industrielle égale à 150 % de la tension nominale pendant 1 min après avoir couvert d'un feuillet métallique mis à la terre le côté du volet, de la cloison ou du regard en face de ces pièces.

In order to check compliance with requirement a) of Sub-clause 17.3.3, shutters, partitions and inspection windows of insulating material shall be covered on the accessible side, in the most unfavourable position for the test, with a circular or square metal foil having an area as large as possible but not exceeding 100 cm² which shall be connected to earth. In case of doubt upon which is the most unfavourable position, the test shall be repeated in different positions.

Under all circumstances, the tests are made with all switching devices closed and all removable parts in their service position. Attention shall be given to the possibility that switching devices in their open position or removable parts in a disconnected, removed or earthing position, may result in less favourable field conditions. Under such conditions, the test shall be repeated.

Where switchgear or controlgear contains shutters of insulating material, a further test shall be made with removable parts in the removed position, the shutters being covered with the earthed foil specified.

Where switchgear or controlgear contains partitions of insulating material, test arrangement and application of the earthed foil specified shall be based on the access required for purposes of operation or maintenance.

Note. — The removable parts are not to be subjected to these tests whilst they are in a disconnected or removed position.

24.2.1.2 *Across the isolating distance*

Each isolating distance of the main circuit shall be tested with the voltage indicated in columns 3 and 6 of Tables II or III.

Isolating distance may be the distance between the two parts of the main circuit intended to be connected by a withdrawn or removed switching device.

If, in a disconnected position, segregation is established by an earthed metallic shutter being interposed between co-operating contacts, their distance is not an isolating distance.

In any disconnected position in which there is no earthed metallic shutter or partition between the fixed part and the withdrawable part, the voltage specified above shall be applied as follows:

- a) If the main circuit of the withdrawable part is accessible:
 - between the fixed and moving contacts intended to co-operate.
- b) If the main circuit of the withdrawable part is not accessible:
 - between the fixed contacts on one side and the fixed contacts on the other side, with the switching device of the withdrawable part in the closed position.

24.2.1.3 *Complementary test with partitions, shutters or inspection windows of insulating material*

In order to check compliance with requirement c) of Sub-clause 17.3.3, the insulation between the live conductors of the main circuit and the partition, shutter or inspection window of insulating material shall be subjected to a power-frequency test-voltage of 150% of the rated voltage for 1 min after covering the surface of the shutter, partition or inspection window facing the conductors by an earthed metal foil.

24.2.2 *Essais individuels*

L'appareillage sous enveloppe métallique étant par essence un assemblage de plusieurs matériels, dont chacun a déjà subi les essais individuels prescrits dans les spécifications dont il relève, les essais individuels prescrits dans la présente recommandation sont réduits en principe à l'essai des interconnexions.

Un tel essai peut consister en un essai de tension à fréquence industrielle suivant le paragraphe 24.4 limité toutefois à l'application de la tension successivement aux conducteurs de chaque phase du circuit principal, les conducteurs des autres phases étant reliés à la terre et la continuité de l'ensemble du circuit étant établie (par exemple en fermant les appareils de connexion ou d'une autre manière). La tension d'essai doit être celle spécifiée dans la colonne 5 des tableaux II et III.

24.3 *Essais de tension à sec en onde de choc*

L'appareillage sous enveloppe métallique doit être soumis à des essais de tenue de tension à sec aux ondes de choc 1,2/50 conformément à la Publication 60 de la C E I, section six. Les transformateurs de tension ou de puissance peuvent être remplacés par des maquettes reproduisant la répartition du champ dû aux connexions à haute tension.

Les dispositifs de protection contre les surtensions doivent être déconnectés ou enlevés. Les enroulements secondaires des transformateurs de courant doivent être mis à la terre et peuvent être court-circuités.

Pendant les essais, la borne du générateur de choc raccordée à la terre doit être connectée à l'enveloppe de l'appareillage sauf que, pour les essais selon le paragraphe 24.2.1.2, l'enveloppe doit, en cas de nécessité, être isolée de la terre de telle façon que la tension entre une des parties sous tension et l'enveloppe n'excède la tension spécifiée dans le paragraphe 24.2.1.1.

L'appareillage sous enveloppe métallique doit être essayé avec des tensions de polarités positive et négative.

Pour chaque essai, cinq ondes consécutives doivent être appliquées. Si aucun contournement ni aucune perforation ne se produit, l'appareillage sous enveloppe métallique doit être considéré comme ayant satisfait à l'essai. Si une perforation ou au moins deux contournements se produisent, l'appareillage sous enveloppe métallique doit être considéré comme n'ayant pas satisfait à l'essai. Si un seul contournement se produit, dix ondes supplémentaires doivent être appliquées et c'est seulement si aucun contournement ou perforation ne se produit au cours de ces applications additionnelles que l'appareillage sous enveloppe métallique sera considéré comme ayant subi l'essai avec succès.

24.4 *Essais de tension à sec à fréquence industrielle*

L'appareillage sous enveloppe métallique doit être soumis à des essais de tenue à sec à une tension de fréquence industrielle pendant 1 min comme spécifié ci-dessous. Les transformateurs de tension ou de puissance peuvent être remplacés par des maquettes reproduisant la répartition du champ dû aux connexions à haute tension. Les dispositifs de protection contre les surtensions peuvent être déconnectés ou enlevés.

La tension d'essai doit avoir une forme approximativement sinusoïdale, une valeur de crête égale à $\sqrt{2}$ fois la valeur spécifiée à l'article 8 et une fréquence comprise entre 20 Hz et 75 Hz. Elle doit être mesurée conformément aux indications données dans la Publication 60 de la C E I, paragraphe 5.2.3.

Le circuit d'essai (transformateur muni d'un dispositif de réglage de la tension) doit avoir un courant de court-circuit d'au moins 0,2 A. Il est permis de vérifier la grandeur de ce courant à environ un dixième de la tension spécifiée.

24.2.2 *Routine tests*

As metal-enclosed switchgear and controlgear is in essence an assembly of several components that individually have been subjected to routine tests, in accordance with relevant specifications, the routine tests according to this Recommendation are limited in principle to testing the interconnections.

Such a test may be a power-frequency voltage test according to Sub-clause 24.4 with the test voltage indicated in column 5 of Tables II or III, but limited to an application of voltage in succession to the line (phase) conductors of the main circuit, with the other line conductors connected to earth, and the continuity assured (e.g. by the closing of switching devices or otherwise).

24.3 *Impulse voltage dry test*

Metal-enclosed switchgear and controlgear shall be subjected to impulse voltage dry tests with 1.2/50 impulses in accordance with IEC Publication 60, Section Six. Voltage transformers or power transformers may be replaced by replicas reproducing the field configuration of the high-voltage connections.

Overvoltage protective devices shall be disconnected or removed. Current transformers may have their secondaries short-circuited and these shall be earthed.

During the tests, the earthed terminal of the impulse generator shall be connected to the frame of the metal-enclosed switchgear and controlgear except that during the tests according to Sub-clause 24.2.1.2, the frame of the metal-enclosed switchgear and controlgear shall, if necessary, be insulated from earth in order that the voltage appearing between any of the live parts and the frame will not exceed the voltage specified in Sub-clause 24.2.1.1.

Metal-enclosed switchgear and controlgear shall be tested with voltages of both positive and negative polarity.

During each test, five consecutive impulses shall be applied. If a flashover or puncture does not occur, the metal-enclosed switchgear and controlgear shall be considered to have passed the test. If puncture occurs or if two or more flashovers take place, the metal-enclosed switchgear and controlgear shall be considered to have failed the test. If only one flashover occurs, ten additional impulses shall be applied and only if flashover or puncture does not occur on any of these additional applications, the metal-enclosed switchgear and controlgear shall be considered to have passed the test successfully.

24.4 *Power-frequency voltage dry test*

Metal-enclosed switchgear and controlgear shall be subjected to 1 min power-frequency voltage dry tests as specified below. Voltage transformers or power transformers may be replaced by replicas reproducing the field configuration of the h.v. connections. Overvoltage protective devices may be disconnected or removed.

The test voltage shall have approximately a sine-wave form, a peak value equal to $\sqrt{2}$ times the value specified in Clause 8, a frequency between 20 Hz and 75 Hz and shall be measured in accordance with IEC Publication 60, Sub-clause 5.2.3.

The test source (transformer with voltage regulating device) shall have a short-circuit current of at least 0.2 A. It is permissible to check the magnitude of the current at about one-tenth of the specified voltage.

Pendant les essais, une borne de transformateur d'essai doit être connectée à la terre et à l'enveloppe de l'appareillage, sauf que pour l'essai selon le paragraphe 24.2.1.2, le point milieu ou un autre point intermédiaire de la source de tension doit être connecté à la terre et à l'enveloppe pour empêcher que la tension entre une des parties sous tension et l'enveloppe n'excède la tension spécifiée dans le paragraphe 24.2.1.1.

Si cela est impossible, une borne du transformateur d'essai peut, avec l'accord du constructeur, être reliée à la terre et le châssis doit, si nécessaire, être isolé de la terre.

La tension d'essai doit être élevée rapidement jusqu'à environ 75 % de la tension d'essai spécifiée et être alors augmentée à une vitesse d'accroissement d'environ 2 % de la pleine valeur par seconde (voir Publication 60 de la C E I). La tension d'essai spécifiée doit être maintenue pendant 1 min. Si un contournement ou une perforation se produit, l'appareillage sous enveloppe métallique doit être considéré comme n'ayant pas satisfait à l'essai.

24.5 *Essais de tension des circuits auxiliaires*

Tous les circuits auxiliaires doivent être soumis à des essais de tenue à une tension à fréquence industrielle pendant 1 min entre toutes les parties sous tension des circuits auxiliaires et l'enveloppe. Pour simplifier les essais, les parties sous tension des circuits auxiliaires peuvent être connectées entre elles.

Pour les circuits auxiliaires, la valeur efficace de la tension d'essai doit être égale à deux fois leur tension nominale plus 1 000 V, avec un minimum de 1 500 V, à l'exception des circuits connectés aux bornes secondaires des transformateurs de courant pour lesquels la tension d'essai est 2 000 V.

Si une perforation ou un contournement se produit, l'appareillage sous enveloppe métallique doit être considéré comme n'ayant pas satisfait à l'essai.

Normalement, la tension d'essai des moteurs et des autres équipements utilisés dans les circuits auxiliaires doit être la même que celle de ces circuits. Si ces équipements ont déjà été essayés conformément à leurs spécifications propres, ils peuvent être déconnectés pour cet essai. Les enroulements secondaires de transformateurs de courant doivent être mis en court-circuit et ne pas être reliés à la terre. Les enroulements secondaires de transformateurs de tension doivent être déconnectés.

25. **Essais d'échauffement**

25.1 *Disposition d'essai*

Les essais d'échauffement doivent être faits sur un ensemble ou sous-ensemble neuf et complet muni de contacts propres. Dans les cas où il est prévu une possibilité de choix entre différents matériels ou différentes dispositions, les essais doivent être faits avec le montage donnant lieu aux conditions les plus sévères.

L'ensemble ou le sous-ensemble doit être monté approximativement comme dans les conditions de service habituelles, avec toutes les enveloppes normalement prévues pour les différentes parties, et doit être protégé contre des échauffements ou des refroidissements intempestifs venant de l'extérieur.

Les connexions provisoires doivent être réalisées de telle sorte qu'aucune quantité de chaleur appréciable ne soit enlevée de l'appareillage ni ne lui soit fournie pendant les essais. En cas de doute, l'échauffement doit être mesuré aux bornes des circuits principaux et sur les connexions provisoires à une distance de 1 m des bornes. La différence de température ne doit pas excéder 5 deg C.

During the tests, one terminal of the test transformer shall be connected to earth and to the frame of the metal-enclosed switchgear and controlgear, except that during the tests according to Sub-clause 24.2.1.2, the mid-point or another intermediate point of the voltage source should be connected to earth and to the frame in order that the voltage appearing between any of the live parts and the frame will not exceed the voltage specified in Sub-clause 24.2.1.1.

If this is not practicable, one terminal of the test transformer may, with the agreement of the manufacturer, be connected to earth and the frame shall, if necessary, be insulated from earth.

The test voltage shall be raised rapidly to about 75% of the specified value and then increased in such a way that the rate-of-rise is about 2% per second of the full value (see IEC Publication 60). The specified test voltage shall be maintained for 1 min. If flashover or puncture occurs, the metal-enclosed switchgear and controlgear shall be considered to have failed the test.

24.5 *Voltage tests on auxiliary circuits*

All auxiliary circuits shall be subjected to 1 min power-frequency voltage tests between all live parts of the auxiliary circuits and the enclosure. The live parts of the auxiliary circuits may be interconnected to simplify the test.

For auxiliary circuits, the r.m.s. value of the test voltage shall be equal to twice their rated voltage plus 1 000 V, with a minimum of 1 500 V, except that for circuits connected to the secondaries of current transformers, the test voltage shall be 2 000 V.

If puncture or flashover occurs, the metal-enclosed switchgear and controlgear shall be considered to have failed the test.

Normally, the test voltage for motors and other equipment used in auxiliary circuits should be the same as that of these circuits. If this equipment has already been tested in accordance with the appropriate specification, it may be disconnected for this test. Current transformer secondaries shall be short-circuited and disconnected from earth. Voltage transformer secondaries shall be disconnected.

25. **Temperature-rise tests**

25.1 *Test arrangement*

The temperature-rise tests shall be made on a new and complete assembly or sub-assembly with clean contact parts. Where the design provides alternative components or arrangements, the tests shall be made with those components or arrangements for which the most severe conditions are obtained.

The assembly or sub-assembly shall be mounted approximately as under the usual service conditions, including all normal enclosures of any part, and shall be protected against undue external heating or cooling.

Temporary connections shall be such that no appreciable amount of heat is conducted away from, or conveyed to, the object under test. In case of doubt, the temperature rise at the terminals and at the temporary connections at a distance of 1 m from the terminals shall be measured. The difference of temperature shall not exceed 5 deg C.

Les essais doivent être faits avec le nombre de phases nominal et le courant nominal en service continu circulant d'une extrémité des barres omnibus aux bornes prévues pour la connexion des câbles. La fréquence doit être égale à la fréquence nominale avec une tolérance de -5% .

Chaque essai doit être effectué pendant une période de temps suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur constante (en pratique, cette condition est réalisée lorsque la variation n'excède pas 1 deg C par heure). Le temps nécessaire pour l'essai complet peut être réduit par préchauffage du circuit avec un courant d'une valeur plus élevée.

Pour l'essai de sous-ensembles individuels, les sous-ensembles voisins seront parcourus par un courant produisant les pertes prévues pour le service nominal. Il est admis de réaliser des conditions équivalentes à l'aide de résistances de chauffage ou d'une isolation thermique lorsque l'essai ne peut pas être effectué dans les conditions normales de service.

L'échauffement des différents matériels s'entend par rapport à la température de l'air ambiant. Il ne doit pas excéder les valeurs spécifiées dans les spécifications dont ils relèvent, sinon l'ensemble ou sous-ensemble doit être considéré comme n'ayant pas satisfait l'essai.

25.2 *Mesure de la température*

La température des différentes parties doit être mesurée avec des thermomètres ou des thermocouples de type convenable, placés aux points les plus chauds accessibles. La température des matériels doit être mesurée selon leurs spécifications individuelles.

Pour la mesure avec des thermomètres ou des thermocouples, les précautions suivantes doivent être prises:

- a) les thermocouples ou les réservoirs des thermomètres doivent être protégés convenablement contre le refroidissement extérieur. La surface protégée doit cependant être négligeable par rapport à la surface de refroidissement de l'appareil en essai;
- b) une bonne conductivité thermique entre le thermomètre, ou le thermocouple, et la surface de la partie en essai doit être assurée.

25.3 *Température de l'air ambiant*

La température de l'air ambiant est la température moyenne de l'air à l'extérieur de l'enveloppe externe. Elle doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai au moyen d'au moins trois thermomètres, ou thermocouples, répartis également autour de l'appareillage sous enveloppe métallique à environ la hauteur moyenne des éléments du circuit principal traversés par le courant et à une distance d'environ 1 m de l'appareillage sous enveloppe métallique. Les thermomètres doivent être protégés contre les courants d'air et les radiations calorifiques. En vue d'éviter des erreurs d'indication du fait de variations rapides de température, les thermomètres peuvent être placés dans de petits réservoirs remplis d'huile ayant une capacité en huile d'environ un demi-litre.

Pendant le dernier quart de la période d'essai, la variation de la température de l'air ambiant ne doit pas être supérieure à 1 deg C par heure. Si cela n'est pas possible du fait des conditions de température défavorables du local d'essai, la température d'une partie d'appareillage sous enveloppe métallique placée dans les mêmes conditions d'ambiance, mais sans courant, peut être prise pour remplacer la température de l'air ambiant. Cette partie d'appareillage sous enveloppe métallique supplémentaire ne doit pas être soumise à des radiations calorifiques intenses.

The tests shall be made with the rated number of phases and the rated normal current flowing from one end of the length of busbars to the terminals provided for the connection of cables. The frequency of the current shall be the rated frequency with a tolerance of $\pm 5\%$.

Each test shall be made over a period of time sufficient for the temperature rise to reach a constant value (for practical purposes, this condition is obtained when the variation does not exceed 1 deg C per hour). The time for the whole test may be shortened by pre-heating the circuit with a higher value of current.

When testing individual sub-assemblies, the neighbouring sub-assemblies should carry the currents which produce the power loss corresponding to the rated service conditions. It is admissible to simulate equivalent conditions by means of heaters or heat insulation if the test cannot be made in normal service conditions.

The temperature rises of the different components shall be referred to the ambient air temperature. They shall not exceed the values specified in the relevant specifications. Otherwise the assembly or sub-assembly shall be considered to have failed the test.

25.2 *Measurement of temperature*

The temperature of the different parts shall be measured with thermometers or thermocouples of any suitable type, placed at the hottest accessible spots. The temperature of components shall be measured according to the specifications applying to them.

For measurements with thermometers or thermocouples, the following precautions shall be taken:

- a) thermocouples or the bulbs of the thermometers shall be suitably protected against cooling from outside. The protected area shall, however, be negligible compared with the cooling area of the apparatus under test;
- b) good heat conductivity between the thermometer, or thermocouple, and the surface of the part under test shall be ensured.

25.3 *Ambient air temperature*

The ambient air temperature is the average temperature of the air outside the external enclosure. It shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least three thermometers, or thermocouples, equally distributed around the metal-enclosed switchgear and controlgear at about the average height of the current-carrying parts of the main circuit and at a distance of about 1 m from the metal-enclosed switchgear and controlgear. The thermometers shall be protected against air currents and heat radiation. In order to avoid indication errors because of rapid temperature changes, the thermometers can be put into small oil-filled cans with oil contents of about half a litre.

During the last quarter of the test period, the change of ambient air temperature shall not exceed 1 deg C per hour. If this is not possible because of unfavourable temperature conditions in the test room, the temperature of an identical piece of metal-enclosed switchgear and controlgear under the same ambient conditions, but without current, can be taken as a substitute for the ambient air temperature. This additional piece of metal-enclosed switchgear and controlgear shall not be subjected to undue heat radiation.

26. Essais des circuits principaux au courant de courte durée

Les circuits principaux de l'appareillage sous enveloppe métallique doivent être soumis à des essais en vue de vérifier leur tenue au courant de courte durée admissible nominal et à la valeur de crête du courant admissible nominal, dans les conditions d'installation et d'emploi prévues. En conséquence, ils doivent être essayés selon leur disposition dans l'appareillage sous enveloppe métallique avec toutes les parties qui peuvent influencer leur tenue ou modifier le courant de court-circuit (par exemple bobines de réactance) et en tenant compte des spécifications dont relèvent les appareils de connexion principaux inclus dans les circuits considérés.

Les connexions courtes et directes entre les circuits à grand courant de court-circuit et les dispositifs de limitation du courant de court-circuit peuvent être essayées avec un courant de court-circuit réduit à condition qu'elles se trouvent dans le même compartiment que les dispositifs de limitation du courant.

Pendant ces essais il y a lieu de veiller à ce qu'aucun dispositif de protection ne fonctionne, à l'exception de tout dispositif de protection destiné à limiter le courant de court-circuit. Les coupe-circuit éventuels seront munis des éléments de remplacement ayant le plus grand courant nominal spécifié.

A la suite des essais, aucune déformation ni détérioration des matériels ou des conducteurs nuisible au bon fonctionnement ne doit être constatée.

27. Essais des circuits de terre au courant de courte durée

Les circuits de terre de l'appareillage sous enveloppe métallique doivent être soumis à des essais en vue de vérifier leur tenue au courant de courte durée admissible nominal dans les conditions d'installation et d'emploi prévues. En conséquence, ils doivent être essayés selon leur disposition dans l'appareillage sous enveloppe métallique avec toutes les parties qui peuvent influencer leur tenue ou modifier le courant de court-circuit.

S'il existe des parties amovibles, le courant doit circuler entre la borne de raccordement au circuit de terre de l'installation et les charpentes de la partie amovible. Les connexions de terre entre deux parties amovibles, s'il y en a, doivent être également essayées. Pendant ces essais, la tension entre les deux extrémités du circuit ne doit pas dépasser une valeur spécifiée, s'il en a été convenu.

Après les essais, on ne doit pas constater de discontinuité des circuits de terre.

28. Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure

En vue de vérifier leurs pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure, les appareils de connexion faisant partie du circuit principal de l'appareillage sous enveloppe métallique doivent être essayés conformément aux spécifications dont ils relèvent et dans les conditions d'installation prévues pour leur service. En conséquence, ils doivent être montés dans l'appareillage à enveloppe métallique avec toutes les pièces qui peuvent influencer leur fonctionnement, telles que leurs connexions, leurs supports, leurs dispositifs d'échappement, etc.

Note. — Lors de l'examen des parties susceptibles d'influencer le fonctionnement, l'attention doit être particulièrement portée sur les forces dues au court-circuit, sur l'échappement des gaz ou particules produits par la coupure, sur la possibilité d'une décharge disruptive, etc. Il est toutefois reconnu que l'influence de ces facteurs est négligeable dans certains cas.

29. Essais de fonctionnement mécanique

Les appareils de connexion doivent être manœuvrés et les parties amovibles embrochées et débrochées de façon à vérifier le fonctionnement des verrouillages mécaniques associés à ces mouvements, à savoir 50 fois pour l'essai de type et cinq fois pour l'essai individuel. Pendant ces essais, on ne doit se livrer à aucune intervention sur les appareils ou les verrouillages.

26. Short-time current tests on main circuits

Main circuits of metal-enclosed switchgear and controlgear shall be tested to verify their capability to withstand the rated short-time withstand current and the rated peak withstand current under the intended conditions of installation and use, i.e. they shall be tested as installed in the metal-enclosed switchgear and controlgear with all associated parts influencing the performance or the short-circuit current, e.g. reactors, and according to the specifications for the principal switching devices included in the circuits.

Short and direct connections between circuits having a high short-circuit current and current limiting devices may be tested with a reduced short-circuit current provided they are located in the same compartment as the current limiting device.

During these tests it is necessary to ensure that no protective device operates, with the exception of any protective device provided in order to limit the short-circuit current. Fuses, if any, shall be provided with fuse links having the maximum rated current specified.

After the tests, no deformation or damage to the components or conductors which may impair good operation, shall be apparent.

27. Short-time current tests on earthing circuits

Earthing circuits of metal-enclosed switchgear and controlgear shall be tested to verify their capability to withstand the rated short-time withstand current under the intended conditions of installation and use, i.e. they shall be tested as installed in the metal-enclosed switchgear and controlgear with all associated parts influencing the performance or the short-circuit current.

When there are removable parts, the current shall flow between the terminal of the earthing conductor provided for connection to the earth system of the installation and the frame of the removable part. Earth connections between two removable parts, if any, shall also be tested. During these tests, the voltage between the two ends of the circuit shall not exceed a specified value, if so agreed.

After the test, there shall be no discontinuity of the earthing circuits.

28. Verification of making and breaking capacities

Switching devices forming part of the main circuit of metal-enclosed switchgear and controlgear shall be tested to verify their rated making and breaking capacities according to the relevant specification and under the proper conditions of installation and use; i.e. they shall be tested when installed in the metal-enclosed switchgear and controlgear with all the associated parts which may influence the performance, such as the arrangement of connections, supports, provisions for venting, etc.

Note. — In determining which associated parts are likely to influence the performance, special attention should be given to mechanical forces during short-circuit, to the venting of arc products, to the possibility of dielectric breakdown, etc. It is recognized that, in some cases, such influences may be quite negligible.

29. Mechanical operation tests

Switching devices shall be operated and removable parts inserted and withdrawn in order to verify the efficiency of the mechanical interlocks associated with such movements: 50 times for type tests and five times for routine tests. During these tests, no adjustments shall be made to the switching devices or the interlocks.