

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 517

Première édition — First edition

1975

**Appareillage à haute tension sous enveloppe métallique
de tensions nominales égales ou supérieures à 72,5 kV**

**High-voltage metal-enclosed switchgear
for rated voltages of 72.5 kV and above**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

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

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

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 517

Première édition — First edition

1975

**Appareillage à haute tension sous enveloppe métallique
de tensions nominales égales ou supérieures à 72,5 kV**

**High-voltage metal-enclosed switchgear
for rated voltages of 72.5 kV and above**



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
SECTION UN – GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définitions	6
4. Conditions de service	10
5. Conditions pendant le transport, le stockage et le montage	12
SECTION DEUX – CARACTÉRISTIQUES NOMINALES	
6. Caractéristiques	12
7. Tension nominale	12
8. Niveau d'isolement nominal	12
9. Fréquence nominale	12
10. Courant nominal en service continu	12
11. Courant de courte durée admissible nominal	14
12. Valeur de crête du courant admissible nominal	14
13. Coordination des caractéristiques nominales	14
14. Echauffement	16
15. Degrés de protection	18
16. Tensions, fréquences et pressions nominales d'alimentation des dispositifs de manœuvre et des circuits auxiliaires et de commande	18
SECTION TROIS – CONCEPTION ET CONSTRUCTION	
17. Généralités	22
18. Enveloppes et cloisons	22
19. Alimentation en énergie électrique et pneumatique des dispositifs de manœuvre et des circuits auxiliaires et de commande	24
20. Sectionneurs	24
21. Mise à la terre et sectionneurs de terre	26
22. Verrouillages	26
23. Prescriptions concernant la dilatation, la contraction et le défaut d'alignement	28
24. Bruit	28
25. Etanchéité	28
26. Essais des câbles	28
27. Informations, plaques signalétiques	28
SECTION QUATRE – ESSAIS	
28. Généralités	30
29. Essais sur éléments séparés	30
30. Classification des essais	30
31. Essais de tension	32
32. Essais d'échauffement	32
33. Essais des circuits principaux au courant de courte durée	40
34. Essais des circuits de terre au courant de courte durée	42
35. Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure	42
36. Essai à l'arc interne	42
37. Essais de fonctionnement mécanique	42
38. Essais de fonctionnement aux températures extrêmes	42
39. Vérification des degrés de protection	44
40. Essais de détection des fuites de fluide	44
41. Mesure de l'humidité	44
42. Essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques et hydrauliques	44
43. Contrôle de la filerie	44
ANNEXE A – Essais de fonctionnement aux températures extrêmes	46
ANNEXE B – Méthode recommandée pour l'essai de protection contre les intempéries de l'appareillage sous enveloppe métallique pour l'installation à l'extérieur	48
FIGURES	50

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE – GENERAL	
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Definitions	7
4. Service conditions	11
5. Conditions during transport, storage and erection	13
SECTION TWO – RATING	
6. Rated values	13
7. Rated voltage	13
8. Rated insulation level	13
9. Rated frequency	13
10. Rated normal current	13
11. Rated short-time withstand current	15
12. Rated peak withstand current	15
13. Co-ordination of rated values	15
14. Temperature rise	17
15. Degrees of protection	19
16. Rated supply voltages, frequencies and pressures of operating devices and of auxiliary and control circuits	19
SECTION THREE – DESIGN AND CONSTRUCTION	
17. General	23
18. Enclosures and partitions	23
19. Electrical and pneumatic supply of operating devices and of auxiliary and control circuits	25
20. Disconnectors (isolators)	25
21. Earthing and earthing switches	27
22. Interlocks	27
23. Provision for expansion, contraction and misalignment	29
24. Noise	29
25. Tightness	29
26. Tests on cables	29
27. Information, nameplates	29
SECTION FOUR – TESTS	
28. General	31
29. Unit testing	31
30. Classification of tests	31
31. Voltage tests	33
32. Temperature-rise tests	39
33. Short-time current tests on main circuits	41
34. Short-time current tests on earthing circuits	43
35. Verification of making and breaking capacities	43
36. Internal arc test	43
37. Mechanical operation tests	43
38. Operation tests at limit temperatures	43
39. Verification of the degrees of protection	45
40. Fluid leakage tests	45
41. Measurement of moisture	45
42. Tests of auxiliary electrical, pneumatic and hydraulic devices	45
43. Check of wiring	45
APPENDIX A – Operation tests at limit temperatures	47
APPENDIX B – Recommended method for the weatherproofing test for outdoor metal-enclosed switchgear	49
FIGURES	50

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPAREILLAGE À HAUTE TENSION SOUS ENVELOPPE MÉTALLIQUE
DE TENSIONS NOMINALES ÉGALES OU SUPÉRIEURES À 72,5 kV**

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 l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

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

Conformément à une recommandation du Sous-Comité émise pendant la réunion tenue à Washington en mai 1970, un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Paris en novembre 1971. Un deuxième projet fut discuté lors de la réunion tenue à Munich en juin 1973. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 17C(Bureau Central)16, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1974.

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

Afrique du Sud (République d')
Allemagne
Australie
Belgique
Danemark
Etats-Unis d'Amérique
France
Israël
Italie
Japon
Norvège

Pays-Bas
Pologne
Portugal
Roumanie
Suède
Suisse
Turquie
Union des Républiques Socialistes
Soviétiques
Yougoslavie

Le Comité britannique a émis un vote négatif parce que les tensions nominales de tenue aux chocs de foudre, indiquées dans le tableau II pour les tensions nominales égales ou supérieures à 300 kV, sont trop faibles et pourraient provoquer des difficultés en ce qui concerne la coordination de l'isolement du réseau.

Les tensions nominales de tenue à fréquence industrielle, indiquées dans le tableau II pour les tensions nominales égales ou supérieures à 300 kV, ont été réduites à la suite du rapport sur le vote en vue de les rendre conformes aux décisions prises par le Sous-Comité 17A lors de la réunion tenue à Grenoble en septembre 1973, concernant les «Nouvelles spécifications d'essais diélectriques pour les disjoncteurs à haute tension».

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HIGH-VOLTAGE METAL-ENCLOSED SWITCHGEAR
FOR RATED VOLTAGES OF 72.5 kV AND ABOVE**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

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

Following a recommendation by the Sub-Committee during the meeting held in Washington in May 1970, a first draft was discussed at the meeting held in Paris in November 1971. A second draft was discussed at the meeting held in Munich in June 1973. As the result of this latter meeting, a draft, document 17C(Central Office)16, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1974.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia
Belgium
Denmark
France
Germany
Israel
Italy
Japan
Netherlands
Norway

Poland
Portugal
Romania
South Africa (Republic of)
Sweden
Switzerland
Turkey
Union of Soviet Socialist Republics
United States of America
Yugoslavia

The British Committee cast a negative vote for the reason that the rated lightning impulse withstand voltages given in Table II for rated voltages of 300 kV and above are too low and would produce problems with regard to the insulation co-ordination of the network.

The rated power frequency withstand voltages given in Table II for rated voltages of 300 kV and above were reduced in relation to the voting report in order to bring them into conformity with the decision of Sub-Committee 17A at the meeting held in Grenoble in September 1973 on "New dielectric test specification for high-voltage circuit-breakers".

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION SOUS ENVELOPPE MÉTALLIQUE DE TENSIONS NOMINALES ÉGALES OU SUPÉRIEURES À 72,5 kV

SECTION UN – GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente publication s'applique à l'appareillage à haute tension sous enveloppe métallique dont l'isolement est réalisé, au moins partiellement, par un fluide isolant autre que l'air à la pression atmosphérique et qui est prévu pour des tensions nominales, en courant alternatif, égales ou supérieures à 72,5 kV, pour l'installation à l'intérieur et pour l'installation à l'extérieur.

L'appareillage à haute tension sous enveloppe métallique auquel s'applique cette publication est constitué par des éléments individuels destinés à être directement raccordés entre eux et ne pouvant fonctionner que sous cette forme.

La présente publication complète et modifie, si nécessaire, les différentes normes spécifiques applicables aux éléments individuels constitutifs de l'appareillage sous enveloppe métallique.

2. Objet

La présente publication 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 publication.

3.1 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 les supports correspondants, destinés en principe à être utilisés dans le domaine de la production, du transport, de la distribution et de la transformation de l'énergie électrique.

Note. – Dans cette publication, le mot «appareillage» est utilisé comme abréviation dans le sens d'appareillage de connexion.

3.2 Appareillage sous enveloppe métallique

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

3.3 Appareillage préfabriqué

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

3.4 Unité de transport

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

3.5 Enveloppe

Partie enveloppante de l'appareillage sous enveloppe métallique destinée à contenir le fluide isolant dans les conditions prescrites nécessaires pour conserver avec sécurité le niveau d'isolement. Elle empêche le personnel de s'approcher par inadvertance des parties sous tension ou en mouvement situées à l'intérieur et protège les éléments enfermés du matériel contre les effets extérieurs.

HIGH-VOLTAGE METAL-ENCLOSED SWITCHGEAR FOR RATED VOLTAGES OF 72.5 kV AND ABOVE

SECTION ONE – GENERAL

1. Scope

This publication covers high-voltage metal-enclosed switchgear, the insulation of which is obtained, at least partly, by an insulating fluid other than air at atmospheric pressure and designed for alternating current of rated voltages of 72.5 kV and above; it covers both indoor and outdoor installations.

The high-voltage metal-enclosed switchgear covered by this publication consists of individual elements intended to be directly connected together and able to operate only in this manner.

This publication completes and amends, if necessary, the various relevant standards applying to the individual elements constituting metal-enclosed switchgear.

2. Object

The purpose of this publication is to establish provisions concerning classification, construction, ratings and tests.

3. Definitions

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

3.1 *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.

3.2 *Metal-enclosed switchgear*

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

3.3 *Factory-assembled switchgear*

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

3.4 *Transportable assembly*

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

3.5 *Enclosure*

The surrounding part of the metal-enclosed switchgear used to retain the insulating fluid under the prescribed conditions necessary to maintain safely the insulation level. It prevents personnel from inadvertently approaching live or moving parts contained therein and protects the internal components of the equipment against external effects.

3.6 *Compartiment*

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

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

3.7 *Cloison*

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

3.8 *Traversée*

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

3.9 *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.

Note. – La valeur efficace de cette tension est désignée par U dans la présente publication.

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

Valeurs des tensions de tenue aux ondes de choc et de la tension de tenue à fréquence industrielle qui, ensemble, caractérisent l'isolement de l'appareillage sous enveloppe métallique en ce qui concerne son aptitude à supporter les contraintes diélectriques correspondant aux tableaux I et II.

3.11 *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.

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

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

Il est exprimé en valeur efficace.

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

Valeur de crête du courant présumé à laquelle un circuit d'appareillage sous enveloppe métallique peut être soumis dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

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

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

3.15 *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.

3.16 *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.

3.6 *Compartment*

A part of metal-enclosed switchgear, totally enclosed except for means necessary for interconnection and control.

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

3.7 *Partition*

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

3.8 *Bushing*

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

3.9 *Rated voltage (of metal-enclosed switchgear)*

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

Note. – The r.m.s. value of this voltage is designated by U in this publication.

3.10 *Rated insulation level (of metal-enclosed switchgear)*

The values of the impulse withstand voltages and the power frequency withstand voltage which together characterize the insulation of the metal-enclosed switchgear with regard to its ability to withstand the dielectric stresses according to Tables I and II.

3.11 *Rated normal current (of a circuit)*

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

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

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

The prospective current to which a circuit of metal-enclosed switchgear can be subjected during a specified short time under the prescribed conditions of use and behaviour.

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

3.13 *Peak withstand current (of a circuit)*

The prospective peak current to which a circuit of metal-enclosed switchgear can be subjected under the prescribed conditions of use and behaviour.

3.14 *Rated frequency (of metal-enclosed switchgear)*

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

3.15 *Ambient air temperature (of metal-enclosed switchgear)*

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

3.16 *Main circuit (of a metal-enclosed switchgear assembly)*

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

3.17 Circuits auxiliaires et de commande (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 de service

4.1 Conditions normales de service

La présente publication s'applique à l'appareillage sous enveloppe métallique destiné à être utilisé dans les conditions suivantes:

a) Sauf spécification contraire, les limites de la température de l'air ambiant sont:

- (1) 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.
- (2) 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

Notes 1. – Les installations prévues pour fonctionner entre des limites de température de l'air ambiant différentes de celles indiquées ci-dessus restent dans le domaine d'application de cette publication.

2. – Des mesures appropriées devront être prises pour assurer le fonctionnement correct des matériels, par exemple des relais, qui ne sont pas prévus pour ces conditions.

b) A une altitude quelconque, les caractéristiques diélectriques de l'isolation interne sont identiques à celles mesurées au niveau de la mer. Pour cette isolation la présente publication ne fixe aucune prescription concernant l'altitude.

Pour l'isolation externe et pour le matériel auxiliaire à basse tension, on tiendra compte de l'altitude selon la règle normale.

c) L'air ambiant ne contient pratiquement pas de poussière, de fumée, de gaz et vapeurs corrosifs ou inflammables, ou de sels.

d) Pour l'installation à l'extérieur, le constructeur devra tenir compte de la présence de condensation, pluie, neige, d'une couche de glace pouvant atteindre une épaisseur de 1 mm, ou de givre et des changements rapides de température, d'une pression due au vent de 700 N/m² et des effets du rayonnement solaire.

Note. – Cela 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.

e) Pour l'installation à l'intérieur, l'humidité peut atteindre des valeurs élevées, mais aucune condensation ne devra se produire sur le matériel.

Note. – La condensation est à prévoir dans les lieux où de brusques changements de température en période de grande humidité risquent de se produire. Cette condensation peut être empêchée par une conception spéciale du bâtiment ou de l'enveloppe, par une ventilation et un chauffage appropriés du poste ou par l'utilisation de déshumidificateurs.

f) Les vibrations dues à des causes externes à l'appareillage ou à des tremblements de terre ne sont pas prévues.

4.2 Conditions anormales de service

Par accord spécial entre constructeur et utilisateur, la présente publication peut s'appliquer à l'appareillage sous enveloppe métallique qui est utilisé dans des conditions plus sévères que les conditions normales de service indiquées au paragraphe 4.1. On peut citer des exemples importants:

- a) Il est recommandé de consulter le constructeur si un appareillage sous enveloppe métallique doit être placé dans un endroit où la température peut atteindre des valeurs extérieures aux limites indiquées au paragraphe 4.1 a).
- b) Il est recommandé de consulter le constructeur si l'épaisseur de la couche de glace dépasse 1 mm et si des pressions dues au vent dépassant 700 N/m² sont prévisibles.
- c) Il est recommandé d'obtenir un accord entre constructeur et utilisateur dans le cas où le matériel peut être soumis à des vibrations dues à des causes externes à l'appareillage ou à des tremblements de terre.

3.17 Auxiliary and control circuits (of a metal-enclosed switchgear assembly)

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

4. Service conditions

4.1 Normal service conditions

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

a) Unless otherwise specified, the limits of ambient air temperature are:

- (1) 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.
- (2) The minimum ambient air temperature is:
For indoor installations: – 5 °C
For outdoor installation:
– temperate climate: – 25 °C
– arctic climate: – 50 °C

Notes 1. – Installations designed to operate between temperature limits of ambient air different from those mentioned above are within the scope of this publication.

2. – Appropriate steps should be taken to ensure proper operation of components, e.g. relays, which are not designed for these conditions.

b) At any altitude, the dielectric characteristics of internal insulation are identical with those measured at sea-level. For this insulation, this publication states no requirement concerning the altitude.

For external insulation and low-voltage auxiliary equipment, normal allowances for altitude shall be made.

c) The ambient air is not materially polluted by dust, smoke, corrosive or flammable gases and vapours, or salts.

d) For outdoor installation, the manufacturer should take into account the presence of condensation, rain, snow, a layer of ice up to a thickness of 1 mm, or hoar frost and rapid temperature changes, wind pressure of 700 N/m² 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.

e) For indoor installation, the humidity may attain high values, but condensation on the equipment should not occur.

Note. – Condensation can be expected where sudden temperature changes occur in periods of high humidity. Such condensation may be prevented by special design of the building or housing, by suitable ventilation and heating of the station or by the use of dehumidifying equipment.

f) Vibrations due to causes external to the switchgear or earth tremors are not expected.

4.2 Abnormal service conditions

This publication may, by special agreement between manufacturer and user, be applied to metal-enclosed switchgear to be used under conditions more severe than the normal service conditions given in Sub-clause 4.1. Important examples are:

a) The manufacturer should be consulted if metal-enclosed switchgear is to be located where the temperature may fall outside the limits stated in Sub-clause 4.1 a).

b) The manufacturer should be consulted if the thickness of the layer of ice is greater than 1 mm and if wind pressures exceeding 700 N/m² are foreseen.

c) Agreement should be reached between manufacturer and user in cases where equipment may be subjected to vibrations due to causes external to the switchgear or earth tremors.

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 au paragraphe 4.1, ne peuvent pas être respectées pendant le transport, le stockage, le montage et avant la mise en service.

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) degré de protection des circuits auxiliaires et de commande;
- g) caractéristiques nominales des matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique.

7. Tension nominale

La tension nominale d'un appareillage sous enveloppe métallique correspond à la limite supérieure de la tension la plus élevée des réseaux pour lesquels l'appareillage est prévu (voir la Publication 38 de la CEI: Tensions normales de la CEI).

La tension nominale d'un appareillage sous enveloppe métallique triphasé doit être choisie dans la liste des valeurs normales indiquées ci-après:

72,5 kV – 100 kV – 123 kV – 145 kV – 170 kV – 245 kV – 300 kV – 362 kV – 420 kV – 525 kV – 765 kV

Notes 1. – La valeur de 550 kV est aussi utilisée.

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

8. Niveau d'isolement nominal

L'appareillage sous enveloppe métallique est formé d'éléments possédant un niveau d'isolement défini. Bien qu'on puisse, dans une grande mesure, éviter les défauts internes par le choix d'un niveau d'isolement convenable, il est recommandé d'envisager des moyens de limitation des surtensions externes (parafoudres, éclateurs de protection).

Le niveau d'isolement nominal doit être choisi selon le tableau I ou II, page 14.

Les valeurs de tension des tableaux I et II s'appliquent:

- pour l'isolation interne de l'appareillage sous enveloppe isolé par un gaz, à la densité minimale de fonctionnement du matériel;
- pour l'isolation interne de l'appareillage sous enveloppe isolé par un liquide, aux conditions atmosphériques normales, conformément à la Publication 60 de la CEI: Techniques des essais à haute tension.

Notes 1. – La partie externe de la traversée (si elle existe) doit répondre à la Publication 137 de la CEI: Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V.

2. – Les formes d'onde considérées dans les tableaux I et II sont des formes de chocs de foudre et de chocs de manœuvre conventionnelles dans l'attente des résultats d'études sur la tenue de ces matériels à d'autres types de chocs.

9. Fréquence nominale

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

$16^{2/3}$ Hz – 25 Hz – 50 Hz – 60 Hz

10. Courant nominal en service continu

Il est recommandé de choisir les valeurs du courant nominal en service continu d'un circuit, par exemple d'un circuit d'alimentation ou des barres omnibus, parmi les valeurs suivantes:

1 250 A – 2 000 A – 3 150 A – 4 000 A – 6 300 A

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

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 Sub-clause 4.1, cannot be observed during transport, storage, erection and before commissioning.

SECTION TWO – RATING

6. Rated values

The rated values of metal-enclosed switchgear 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) degree of protection of the auxiliary and control circuits;
- g) rated values of the components forming part of the metal-enclosed switchgear.

7. Rated voltage

The rated voltage of metal-enclosed switchgear corresponds to the upper limit of the highest voltage of systems for which the switchgear is intended (see IEC Publication 38, IEC Standard Voltages).

The rated voltage of three-pole metal-enclosed switchgear shall be selected from the list of standard values given below:

72.5 kV – 100 kV – 123 kV – 145 kV – 170 kV – 245 kV – 300 kV – 362 kV – 420 kV – 525 kV – 765 kV

Notes 1. – The value 550 kV is also used.

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

8. Rated insulation level

Metal-enclosed switchgear comprises units which have a definite insulation level. Although internal faults can largely be avoided by the choice of a suitable insulation level, measures to limit external overvoltages (lightning arresters, protective sparkgaps) should be considered.

The value of the rated insulation level shall be selected from Table I or II, page 15.

The voltage values in Tables I and II shall apply:

- for internal insulation of gas-insulated switchgear, at the minimum operating density of the equipment;
- for internal insulation of liquid-insulated switchgear, at standard atmospheric conditions, according to IEC Publication 60, High-voltage Test Techniques.

Notes 1. – The bushing (if any) shall in its external part comply with IEC Publication 137, Bushings for Alternating Voltages above 1 000 V.

2. – The waveforms considered in Tables I and II are accepted lightning impulse and switching impulse shapes, pending the results of studies on the ability of this equipment to withstand other types of impulses.

9. Rated frequency

It is recommended that the rated frequency be selected from the following values:

16²/₃ Hz – 25 Hz – 50 Hz – 60 Hz

10. Rated normal current

It is recommended that the values of rated normal current of the circuits, e.g. a feeder circuit or a busbar, be selected from the following values:

1 250 A – 2 000 A – 3 150 A – 4 000 A – 6 300 A

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

TABLEAU I

Tension nominale (valeur efficace)	Tension nominale de tenue aux chocs de foudre (valeur de crête)	Tension nominale de tenue à fréquence industrielle (valeur efficace)
kV (1)	kV (2)	kV (3)
72,5	325	140
100	450	185
123	550	230
145	650	275
170	750	325
245	950	395

TABLEAU II

Tension nominale (valeur efficace)	Tension nominale de tenue aux chocs de foudre (valeur de crête)	Tension nominale de tenue aux chocs de manœuvre (valeur de crête)	Tension nominale de tenue à fréquence industrielle (valeur efficace)
kV (1)	kV (2)	kV (3)	kV (4)
300	1 050	850	380
362	1 175	950	450
420	1 300	1 050	520
525	1 425	1 175	620
765	1 800	1 425	830

Pour les essais de type: Tableau I, colonnes (2) et (3)

Tableau II, colonnes (2) et (3)

Pour les essais individuels: Tableau I, colonne (3)

Tableau II, colonne (4)

11. Courant de courte durée admissible nominal

Il est recommandé de choisir la valeur du courant de courte durée admissible nominal parmi les valeurs suivantes:

25 kA – 31,5 kA – 40 kA – 50 kA – 63 kA – 80 kA – 100 kA

La valeur normale de la courte durée doit être de 1 s.

Pour une durée supérieure à 1 s, la valeur de 3 s est recommandée et 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.

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.

TABLE I

Rated voltage (r. m. s. value)	Rated lightning impulse withstand voltage (peak value)	Rated power frequency withstand voltage (r. m. s. value)
kV (1)	kV (2)	kV (3)
72.5	325	140
100	450	185
123	550	230
145	650	275
170	750	325
245	950	395

TABLE II

Rated voltage (r. m. s. value)	Rated lightning impulse withstand voltage (peak value)	Rated switching impulse withstand voltage (peak value)	Rated power frequency withstand voltage (r. m. s. value)
kV (1)	kV (2)	kV (3)	kV (4)
300	1 050	850	380
362	1 175	950	450
420	1 300	1 050	520
525	1 425	1 175	620
765	1 800	1 425	830

For type tests: Table I, columns (2) and (3)

Table II, columns (2) and (3)

For routine tests: Table I, column (3)

Table II, column (4)

11. Rated short-time withstand current

It is recommended that the value of the rated short-time withstand current be selected from the following values:

25 kA – 31.5 kA – 40 kA – 50 kA – 63 kA – 80 kA – 100 kA

The standard value for the short time shall be 1 s.

For durations greater than 1 s, the value 3 s is recommended and 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.

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.

14. Échauffement

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, et pour les enveloppes, les valeurs d'échauffement au courant nominal en service continu et à la fréquence nominale ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes:

TABLEAU III

Limites d'échauffement des différents matériaux et organes

Désignation de l'organe	Nature du matériau * **	Limites d'échauffement (°C)		
		Nature du diélectrique		
		Air	SF ₆ ***	Huile
Raccords boulonnés	Cuivre nu ou alliage d'aluminium	50	60	60
	Cuivre recouvert d'argent ou alliage d'aluminium recouvert d'argent	65	65	60
Contacts élastiques	Cuivre nu	35	50	40
	Cuivre recouvert d'argent ou alliage d'aluminium recouvert d'argent	65	65	50
Jeux de barres	Cuivre ou alliage d'aluminium	Suivant la classe des matériaux isolants environnants (voir la Publication 85 de la CEI ¹⁾)		Suivant la classe des matériaux isolants environnants, mais au plus 60
Points de l'enveloppe accessibles à un agent d'exploitation pendant le cours normal de son travail		30		
Huile		50		

* Quand d'autres matériaux que ceux mentionnés dans ce tableau sont utilisés, on doit tenir compte de la nature et de la qualité de ces matériaux.

** L'adoption de la valeur 65 °C pour l'échauffement des matériaux conducteurs et des parties de l'enveloppe qui ne sont pas accessibles au toucher implique que toute précaution nécessaire sera prise pour qu'aucun dommage ne soit causé aux matériaux isolants environnants.

*** En attendant le résultat d'études en cours, les limites d'échauffement pour l'hexafluorure de soufre sont provisoires.

Note. — Il est recommandé de prêter une attention particulière aux questions de vaporisation et d'oxydation lorsqu'on utilise une huile de faible point d'éclair.

¹⁾ Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service.