

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 466

Première édition — First edition

1974

Appareillage à haute tension sous enveloppe isolante

High-voltage insulation-enclosed switchgear and controlgear



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
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**
Publié trimestriellement
- **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**
Published quarterly
- **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)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

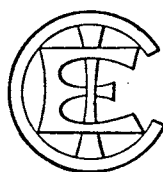
Publication 466

Première édition — First edition

1974

Appareillage à haute tension sous enveloppe isolante

High-voltage insulation-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
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définitions	6
4. Conditions normales de service	12
5. Conditions pendant le transport, le stockage et le montage	14
SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES NOMINALES	
6. Caractéristiques nominales	14
7. Tension nominale	14
8. Niveau d'isolement nominal	14
9. Fréquence nominale	16
10. Courant nominal en service continu	16
11. Courant de courte durée admissible nominal	16
12. Valeur de crête du courant admissible nominal	18
13. Coordination des caractéristiques nominales	18
14. Echauffement	18
15. Degrés de protection	18
SECTION TROIS — CONCEPTION ET CONSTRUCTION	
16. Généralités	20
17. Enveloppes isolantes	20
18. Sectionneurs et sectionneurs de terre	24
19. Verrouillages	26
20. Mise à la terre	26
21. Informations, plaques signalétiques	28
SECTION QUATRE — ESSAIS	
22. Généralités	30
23. Classification des essais	30
24. Essais de tension et mesure des décharges partielles	32
25. Essais d'échauffement	40
26. Essais des circuits principaux au courant de courte durée	44
27. Essais des circuits principaux de mise à la terre au courant de courte durée	44
28. Vérification des courants établi et coupé	44
29. Essais de fonctionnement mécanique	44
30. Vérification des degrés de protection	46
31. Essais de vieillissement et à l'humidité	48
32. Essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques et hydrauliques	48
33. Contrôle de la filerie	48
ANNEXE A — Essais de vieillissement et à l'humidité	50
ANNEXE B — Essai à l'humidité	54
ANNEXE C — Essai continu de condensation	58
ANNEXE D — Essai de vieillissement et à l'humidité	64
FIGURES	66

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Definitions	7
4. Normal service conditions	13
5. Conditions during transport, storage and erection	15
SECTION TWO — RATING	
6. Rated values	15
7. Rated voltage	15
8. Rated insulation level	15
9. Rated frequency	17
10. Rated normal current	17
11. Rated short-time withstand current	17
12. Rated peak withstand current	19
13. Co-ordination of rated values	19
14. Temperature rise	19
15. Degrees of protection	19
SECTION THREE — DESIGN AND CONSTRUCTION	
16. General	21
17. Insulation enclosures	21
18. Disconnectors (isolators) and earthing switches	25
19. Interlocks	27
20. Earthing	27
21. Information, nameplates	29
SECTION FOUR — TESTS	
22. General	31
23. Classification of tests	31
24. Voltage tests and measurement of partial discharges	33
25. Temperature-rise tests	41
26. Short-time current tests on main circuits	45
27. Short-time current tests on main earthing circuits	45
28. Verification of making and breaking currents	45
29. Mechanical operation tests	45
30. Verification of the degrees of protection	47
31. Ageing and humidity tests	49
32. Tests of auxiliary electrical, pneumatic and hydraulic devices	49
33. Check of wiring	49
APPENDIX A — Ageing and humidity tests	51
APPENDIX B — Humidity test	55
APPENDIX C — Continuous condensation test	59
APPENDIX D — Ageing and humidity test	65
FIGURES	66

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION SOUS ENVELOPPE ISOLANTE

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 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 Paris en novembre 1971. A la suite de cette réunion, un projet définitif, document 17C(Bureau Central)13, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1972.

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

Afrique du Sud (République d')	Japon
Allemagne	Pays-Bas
Belgique	Portugal
Canada	Roumanie
Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni
France	Suisse
Israël	Turquie
Italie	Yougoslavie

Le Comité national autrichien a émis un vote défavorable en raison de quelques spécifications qui sont considérées comme trop sévères ou trop dangereuses.

Ces points sont:

- Courants de fuite sur la distance de sectionnement
- Composant enrobé d'isolant utilisé comme enveloppe
- Conditions de service normal.

Cette recommandation sera révisée en ce qui concerne les valeurs de la tension d'essai, le processus d'essai et quelques autres conditions mineures, dès que le Comité d'Etudes N° 28: Coordination de l'isolement, aura achevé la révision de la Publication 71 de la CEI: Coordination de l'isolement.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HIGH-VOLTAGE INSULATION-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 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 recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

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 Paris in November 1971. As a result of this meeting a final draft, document 17C(Central Office)13, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium
Canada
France
Germany
Israel
Italy
Japan
Netherlands

Portugal
Romania
South Africa (Republic of)
Switzerland
Turkey
United Kingdom
United States of America
Yugoslavia

The Austrian National Committee recorded a negative vote on the account of some specifications which are considered to be either too severe or too dangerous.

These items are:

- Leakage current across isolating distances
- Insulation-embedded components used as enclosure
- Normal service conditions.

This recommendation will be revised as far as it concerns the values of test voltages, the test procedures and some other minor terms, as soon as Technical Committee No. 28, Insulation Co-ordination, has completed the revision of IEC Publication 71, Insulation Co-ordination.

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION SOUS ENVELOPPE ISOLANTE

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. **Domaine d'application**

La présente recommandation s'applique à l'appareillage préfabriqué sous enveloppe isolante pour des tensions nominales en courant alternatif de 1 kV à 38 kV, pour l'installation à l'intérieur.

L'appareillage sous enveloppe isolante 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 isolante; ceux-ci font l'objet de recommandations particulières.

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 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.

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.

3.2 *Appareillage sous enveloppe isolante*

Ensemble d'appareillage, avec une enveloppe isolante, entièrement terminé à l'exception des connexions extérieures.

3.2.1 *Appareillage de connexion sous enveloppe isolante*

Ensemble d'appareillage de connexion, avec une enveloppe isolante, entièrement terminé à l'exception des connexions extérieures.

HIGH-VOLTAGE INSULATION-ENCLOSED SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This recommendation covers factory assembled insulation-enclosed switchgear and controlgear for alternating current of rated voltages from 1 kV to 38 kV, for indoor installation.

Insulation-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 insulation-enclosed switchgear and controlgear for which separate recommendations exist.

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 *Insulation-enclosed switchgear and controlgear*

Switchgear and controlgear assemblies with an external insulation enclosure and complete except for their external connections.

3.2.1 *Insulation-enclosed switchgear*

Switchgear assemblies with an external insulation enclosure and complete except for external connections.

3.2.2 *Appareillage de commande sous enveloppe isolante*

Ensemble d'appareillage de commande, avec une enveloppe isolante, entièrement terminé 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 isolante pouvant être transporté sans être démonté.

3.5 *Enveloppe isolante*

Partie enveloppante en matière isolante solide d'appareillage sous enveloppe isolante utilisée comme protection contre les effets dangereux de l'électricité et 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.

3.6 *Composant enrobé d'isolant*

Composant dont les parties sous tension, à l'exception des bornes, sont entièrement enveloppées d'une matière isolante solide.

Note. — La matière isolante peut faire partie de l'enveloppe isolante.

3.7 *Compartiment*

Partie d'appareillage sous enveloppe isolante 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.

3.8 *Capot*

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

3.9 *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 3.14 à 3.18.

3.10 *Porte*

Capot pivotant ou glissant.

3.11 *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.

3.12 *Partie amovible*

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

3.13 *Partie débrochable*

Partie amovible pouvant occuper une position dans laquelle elle assure une distance de sectionnement entre la partie amovible et l'enveloppe fixe en restant reliée mécaniquement à l'enveloppe.

3.2.2 *Insulation-enclosed controlgear*

Controlgear assemblies with an external insulation enclosure and complete except for external connections.

3.3 *Factory-assembled switchgear and controlgear*

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

3.4 *Transportable assembly*

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

3.5 *Insulation enclosure*

Surrounding solid insulation of insulation-enclosed switchgear and controlgear used as protection against dangerous electrical effects, to prevent personnel from accidentally approaching live or moving parts contained therein and to protect internal equipment against external effects.

3.6 *Insulation-embedded component*

A component, the live parts of which are, with the exception of the terminals, integrally surrounded by solid insulation.

Note. — The insulation may form part of an insulation enclosure.

3.7 *Compartment*

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

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

3.8 *Cover*

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

3.9 *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 3.14 to 3.18,

3.10 *Door*

A hinged or sliding cover.

3.11 *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.

3.12 *Removable part*

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

3.13 *Withdrawable part*

A removable part which can be moved to a position where it provides an isolating distance between the removable part and the fixed enclosure, whilst remaining mechanically connected to the enclosure.

3.14 *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.

3.15 *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.

Note. — La distance de sectionnement peut être la distance entre les deux parties du circuit principal destinées à être connectées par l'intermédiaire d'un appareil de connexion débroché ou en position après l'extraction.

3.16 *Position d'essai*

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

3.17 *Position après l'extraction*

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

3.18 *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.

3.19 *Tension nominale* (de l'appareillage sous enveloppe isolante)

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

3.20 *Niveau d'isolement nominal* (de l'appareillage sous enveloppe isolante)

Combinaison des valeurs de tension de tenue nominale aux chocs de foudre et de tension de tenue nominale de courte durée à fréquence industrielle qui caractérisent l'isolation de l'appareillage sous enveloppe isolante relativement à son aptitude à supporter les contraintes diélectriques.

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

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

Il est exprimé en valeur efficace.

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

Courant présumé auquel un circuit d'appareillage sous enveloppe isolante 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.

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

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

3.24 *Fréquence nominale* (de l'appareillage sous enveloppe isolante)

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

3.14 *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.

3.15 *Disconnected position* (isolated position)

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

Note. — 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.

3.16 *Test position*

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

3.17 *Removed position*

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

3.18 *Earthing position*

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

3.19 *Rated voltage* (of insulation-enclosed switchgear and controlgear)

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

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

The combination of values of the rated lightning impulse withstand voltage and the rated short duration power-frequency withstand voltage which characterize the insulation of insulation-enclosed switchgear and controlgear with regard to its capability of withstanding the dielectric stresses.

3.21 *Rated normal current* (of a circuit)

The value of the current which a circuit of insulation-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.

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

The prospective current to which a circuit of insulation-enclosed switchgear and controlgear 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.

3.23 *Peak withstand current* (of a circuit)

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

3.24 *Rated frequency* (of insulation-enclosed switchgear and controlgear)

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

3.25 *Température de l'air ambiant* (de l'appareillage sous enveloppe isolante)

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

3.26 *Circuit principal* (d'un appareillage sous enveloppe isolante)

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

3.27 *Circuit principal de mise à la terre*

Ensemble des pièces métalliques de l'appareillage sous enveloppe isolante prévues pour la mise à la terre des masses du châssis.

3.28 *Circuit auxiliaire* (d'un appareillage sous enveloppe isolante)

Ensemble des pièces conductrices de l'appareillage sous enveloppe isolante 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 isolante 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 -5 °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 isolante prévu pour être utilisé à des altitudes n'excédant pas 1 000 m (ou 3 300 ft) et pour les conditions de température spécifiées ci-dessus.

Pour le choix de l'appareillage sous enveloppe isolante 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 isolante 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 les valeurs de tension de tenue nominale aux chocs de foudre et de tension de tenue nominale de courte durée à fréquence industrielle par le facteur de correction approprié donné dans la colonne (2) du tableau I. Dans certains cas, il peut être

3.25 *Ambient air temperature* (of insulation-enclosed switchgear and controlgear)

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

3.26 *Main circuit* (of an insulation-enclosed switchgear or controlgear assembly)

All the conducting parts of the insulation-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.

3.27 *Main earthing circuit*

All the metallic parts of the insulation-enclosed switchgear and controlgear assembly intended to connect to earth the exposed conductive parts of the frame.

3.28 *Auxiliary circuit* (of an insulation-enclosed switchgear or controlgear assembly)

All the conducting parts of the insulation-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 insulation-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 –5 °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, as specified in Clause 8, apply to insulation-enclosed switchgear and controlgear intended for use at altitudes not exceeding 1 000 m (3 300 ft) and for temperature conditions specified above.

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

TABLE I

Maximum altitude m (ft)	Correction factor for test voltages referred to sea level	Correction factor for rated voltages
(1)	(2)	(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 values of the rated lightning impulse and rated short duration power-frequency withstand voltages by the appropriate correction factor given in column (2) of Table I. In some cases, it may be more economical to choose a higher rated voltage such that,

plus économique de choisir une tension nominale 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.

- d) L'air ambiant ne contient pratiquement pas de poussière, de fumée, de gaz et vapeurs corrosifs ou inflammables, ou de sel.
- e) Les conditions d'humidité sont à l'étude mais, en attendant, les chiffres suivants peuvent être utilisés comme guide:
 - la valeur moyenne de l'humidité relative, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas 95%,
 - la valeur moyenne de la pression de vapeur, sur une période de 24 h, n'excède pas 22 mbars,
 - la valeur moyenne de l'humidité relative, sur une période d'un mois, n'excède pas 90%,
 - la valeur moyenne de la pression de vapeur, sur une période d'un mois, n'excède pas 18 mbars.

Dans ces conditions, des condensations peuvent occasionnellement se produire.

Note. — Si l'appareillage sous enveloppe isolante doit être employé dans des conditions différentes de celles mentionnées ci-dessus de a) à e), 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, le montage et avant la mise en service.

SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES NOMINALES

6. Caractéristiques nominales

Les caractéristiques nominales de l'appareillage sous enveloppe isolante 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 isolante.

7. Tension nominale

Les valeurs de la tension nominale de l'appareillage sous enveloppe isolante triphasé doivent être choisies dans la liste des valeurs normales données dans la colonne I des tableaux II et III.

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

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

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.

* Voir Publication 71 de la CEI: Coordination de l'isolement, article 6.

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) The ambient air is not materially polluted by dust, smoke, corrosive or flammable gases and vapours, or salt.
- e) The conditions of humidity are under consideration but, in the meantime, the following figures can be used as a guide:
 - the average value of the relative humidity, measured during a period of 24 h, does not exceed 95%,
 - the average value of the vapour pressure, for a period of 24 h, does not exceed 22 mbars,
 - the average value of the relative humidity, for a period of one month, does not exceed 90%,
 - the average value of the vapour pressure, for a period of one month, does not exceed 18 mbars.For these conditions, condensation may occasionally occur.

Note. — If the insulation-enclosed switchgear and controlgear is to be used under conditions different from those mentioned in a) to e) 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, erection and before commissioning.

SECTION TWO — RATING

6. **Rated values**

The rated values of insulation-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 insulation-enclosed switchgear and controlgear.

7. **Rated voltage**

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

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

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

8. **Rated insulation level**

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

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

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

9. Fréquence nominale

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

16²/₃ Hz — 25 Hz — 50 Hz — 60 Hz

10. Courant 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 CEI: 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 nominal 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 est 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:

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

TABLEAU II

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

Tension nominale * (valeur efficace) kV	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 min (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	
(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

Note. — De nouvelles valeurs 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.

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

9. **Rated frequency**

The rated frequency should be selected from the following values:

16²/₃ Hz — 25 Hz — 50 Hz — 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 R 3); the standard value of the short-time is 1 s.

For durations greater than 1 s, the value 3 s is recommended; the relation between current and time, unless otherwise specified by the manufacturer, shall be assumed to be in accordance with the formula:

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

TABLE II

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

Rated voltage * kV (r.m.s.)	Standard impulse withstand voltage, dry Positive and negative polarity kV (peak)		One-minute power-frequency withstand voltage, dry kV (r.m.s.)		
	To earth and between phases	Across the isolating distance **	To earth and between phases		Across the isolating distance **
			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

Note. — New values 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.

TABLEAU III

(Basé sur la pratique courante aux Etats-Unis et au Canada)
(à l'étude)

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.

14. **Echauffement**

L'échauffement des matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe isolante 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 °C

— Autres cas: 50 °C

Note. — L'adoption de l'échauffement de 65 °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 *Protection des personnes contre les dangers électriques provenant du contact avec l'enveloppe ou l'appareillage sous enveloppe isolante en fonctionnement*

Le degré de protection des personnes contre les dangers électriques provenant du contact avec l'enveloppe ou l'appareillage sous enveloppe isolante en service sera de l'une des classes suivantes:

15.1.1 *Protection de classe A*

Isolation répondant à toutes les exigences du niveau d'isolement nominal conformément au paragraphe 17.1 a) à c).

La classe A est en général suffisante pour les parties de l'enveloppe touchées seulement accidentellement ou par inadvertance par les personnes.

15.1.2 *Protection de classe B*

Isolation répondant aux conditions de classe A et qui, en outre, possède un isolement supplémentaire conformément au paragraphe 17.1 d) ou e) assurant une protection dans le cas où l'isolement de classe A est endommagé.

La classe B est considérée comme appropriée pour les parties susceptibles d'être touchées en service, lors du remplacement de parties amovibles ou de l'exécution d'autres travaux d'entretien courant.

Note. — Une protection équivalente à l'isolement supplémentaire de classe B peut être obtenue à l'aide d'un capot métallique mis à la terre. Les conditions indiquées dans la Publication 298 de la CEI: Appareillage à haute tension sous enveloppe métallique, sont valables dans ce cas.

TABLE III

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

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.

14. **Temperature rise**

The temperature rise of any component contained in insulation-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 °C
- Other cases: 50 °C.

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

15. **Degrees of protection**

15.1 *Protection of persons against dangerous electrical effects when touching the enclosure or operating insulation-enclosed switchgear and controlgear*

The grade of protection of persons against dangerous electrical effects when touching the enclosure or operating insulation-enclosed switchgear and controlgear, shall be one of the following:

15.1.1 *Protection grade A*

Insulation which meets all requirements for the rated insulation level in accordance with Sub-clause 17.1 a) to c).

Grade A is generally sufficient for those parts of the enclosure which are touched by persons only accidentally or inadvertently.

15.1.2 *Protection grade B*

Insulation which in addition to that meeting the requirements of grade A has additional insulation in accordance with Sub-clause 17.1 d) or e) as a safe-guard in case the grade A insulation is damaged.

Grade B is considered as suitable for parts which are liable to be touched when operating, when replacing removable parts or when carrying out other normal maintenance work.

Note. — A protection equivalent to the additional insulation of grade B may be obtained by a metallic earthed cover. For this arrangement, the requirements of IEC Publication 298, High-voltage Metal-enclosed Switchgear and Controlgear, apply.

- La présente recommandation s'adresse à l'appareillage sous enveloppe isolante ayant soit:
- une protection totale de classe B pour des installations généralement accessibles ou
 - une protection partielle de classe A et partielle de classe B pour des installations accessibles seulement à des opérateurs expérimentés.

- 15.2 *Protection des personnes contre l'approche dangereuse des pièces sous tension et en mouvement*
Les classes de protection des enveloppes isolantes sont données dans le tableau IV.

TABLEAU 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, avec des outils, des fils ou 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 CEI: Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.

- 15.3 *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 15.2.
 - b) Protection contre les agents atmosphériques: les conditions normales de service à considérer sont données à l'article 4.
 - c) Toutes les enveloppes doivent avoir une résistance mécanique suffisante (pour les essais, voir paragraphe 30.3).

SECTION TROIS — CONCEPTION ET CONSTRUCTION

16. Généralités

L'appareillage sous enveloppe isolante 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 isolante sont soumis aux spécifications particulières les concernant.

17. Enveloppes isolantes

17.1 Généralités

Les enveloppes isolantes complètes ainsi que les matériaux utilisés dans la construction doivent être capables de résister aux contraintes mécaniques, électriques et thermiques ainsi qu'aux effets de l'humidité et du vieillissement qu'il est probable de rencontrer dans des conditions normales de service.