

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD**

Publication 298

Deuxième édition - Second edition
1981

DEUXIÈME IMPRESSION 1987

SECOND IMPRESSION 1987

**Appareillage sous enveloppe métallique
pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV
et inférieures ou égales à 72,5 kV**

**A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear
for rated voltages above 1 kV
and up to and including 72.5 kV**



© CEI 1981

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

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.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera :

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique ;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

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

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.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology ;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

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
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 298

Deuxième édition - Second edition
1981

**Appareillage sous enveloppe métallique
pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV
et inférieures ou égales à 72,5 kV**

**A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear
for rated voltages above 1 kV
and up to and including 72.5 kV**

Mots clés: appareillage à haute tension pour courant alternatif sous enveloppe métallique; exigences; essais; propriétés; définitions.

Key words: high-voltage alternating-current metal-enclosed switchgear and controlgear; requirements; testing; properties; definitions.



© CEI 1981

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	6
PRÉFACE	6
SECTION UN - GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	10
SECTION DEUX - CONDITIONS DE SERVICE	
2. Conditions de service normales et spéciales	10
SECTION TROIS - TERMES ET DÉFINITIONS	
3. Définitions	12
SECTION QUATRE - CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES	
4. Caractéristiques assignées	18
4.1 Tension assignée	18
4.2 Niveau d'isolement assigné	20
4.3 Fréquence assignée	20
4.4 Courant assigné en service continu et échauffement	20
4.5 Courant de courte durée admissible assigné	20
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné	20
4.7 Durée de court-circuit assignée	20
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	22
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de manœuvre et des circuits auxiliaires	22
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour la manœuvre	22
SECTION CINQ - RÈGLES DE CONCEPTION ET DE CONSTRUCTION	
5. Conception et construction	22
5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage	22
5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage	22
5.3 Mise à la terre	22
5.4 Equipements auxiliaires	24
5.5 Fermeture dépendante à source d'énergie extérieure	24
5.6 Fermeture à accumulation d'énergie	24
5.7 Fonctionnement des déclencheurs	24
5.8 Verrouillages à basse et à haute pression	24
5.9 Plaques signalétiques	24
5.101 Degré de protection et défaut interne	26
5.102 Enveloppe	28
5.103 Cloisons et volets	30
5.104 Sectionneurs et sectionneurs de terre	32
5.105 Verrouillages	34
5.106 Dispositions pour les essais diélectriques des câbles	36
SECTION SIX - RÈGLES POUR ESSAIS DE TYPE	
6. Essais de type	36
6.1 Essais diélectriques	38
6.2 Essais de tension de perturbation radioélectrique	44
6.3 Essais d'échauffement	44
6.4 Mesure de la résistance du circuit principal	44
6.5 Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissibles	44

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
SECTION ONE – GENERAL	
Clause	
1. Scope	11
SECTION TWO – SERVICE CONDITIONS	
2. Normal and special service conditions	11
SECTION THREE – TERMS AND DEFINITIONS	
3. Definitions	13
SECTION FOUR – RATED CHARACTERISTICS	
4. Rating	19
4.1 Rated voltage	19
4.2 Rated insulation level	21
4.3 Rated frequency	21
4.4 Rated normal current and temperature rise	21
4.5 Rated short-time withstand current	21
4.6 Rated peak withstand current	21
4.7 Rated duration of short circuit	21
4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and auxiliary circuits	23
4.9 Rated supply frequency of operating devices and auxiliary circuits	23
4.10 Rated pressure of compressed gas supply for operation	23
SECTION FIVE – RULES FOR DESIGN AND CONSTRUCTION	
5. Design and construction	23
5.1 Requirements for liquids in switchgear and controlgear	23
5.2 Requirements for gases in switchgear and controlgear	23
5.3 Earthing	23
5.4 Auxiliary equipment	25
5.5 Dependent power closing	25
5.6 Stored energy closing	25
5.7 Operation of releases	25
5.8 Low and high pressure interlocking devices	25
5.9 Nameplates	25
5.101 Degree of protection and internal fault	27
5.102 Enclosure	29
5.103 Partitions and shutters	31
5.104 Disconnectors and earthing switches	33
5.105 Interlocks	35
5.106 Provisions for dielectric tests on cables	37
SECTION SIX – RULES FOR TYPE TESTS	
6. Type tests	37
6.1 Dielectric tests	39
6.2 Radio interference voltage (RIV) tests	45
6.3 Temperature-rise tests	45
6.4 Measurement of the resistance of the main circuit	45
6.5 Short-time and peak withstand current tests	45

	Pages
6.101 Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure	46
6.102 Essais de fonctionnement mécanique	46
6.103 Vérification du degré de protection	48
6.104 Mesure des courants de fuite	48
6.105 Essai de protection contre les intempéries	50
6.106 Arc dû à un défaut interne	50

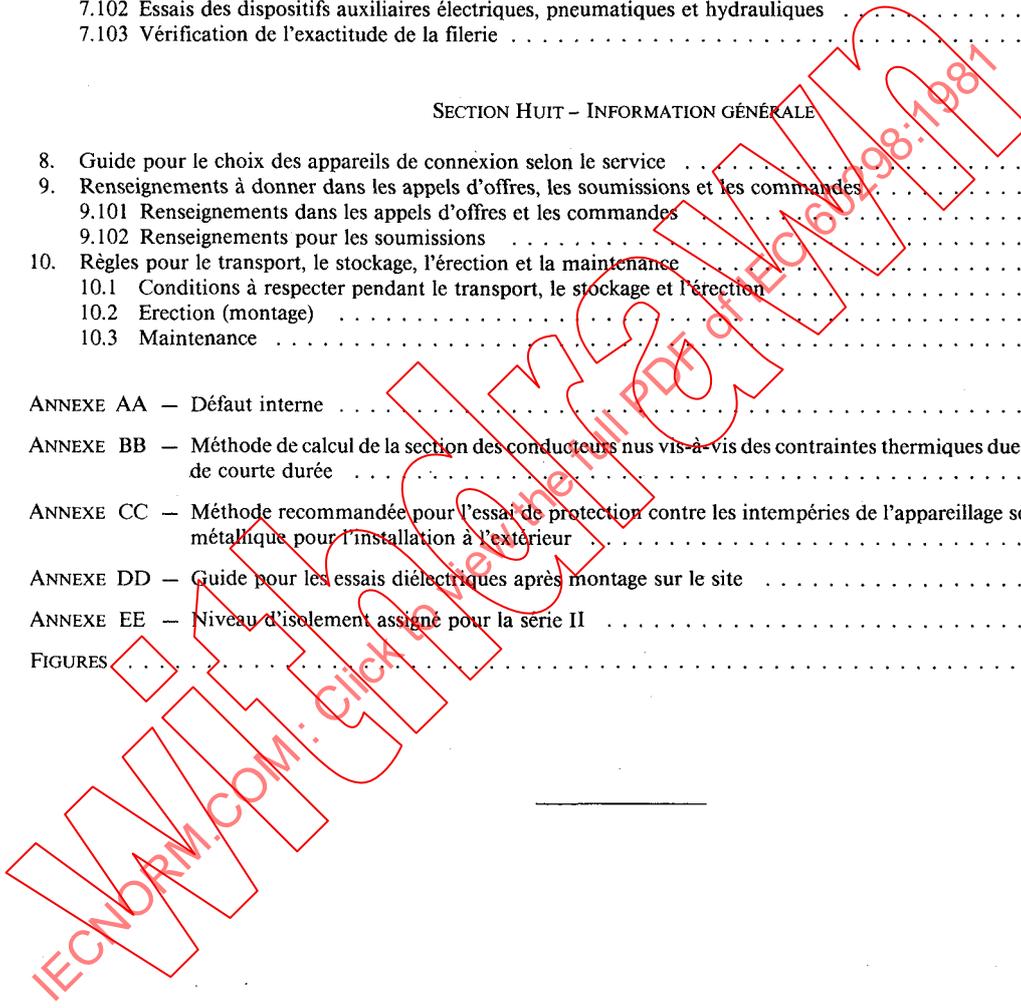
SECTION SEPT – RÈGLES POUR ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE

7. Essais individuels de série	50
7.1 Essais de tension à la fréquence industrielle du circuit principal	50
7.2 Essais diélectriques des circuits auxiliaires et de commande	52
7.3 Mesure de la résistance du circuit principal	52
7.101 Essais de fonctionnement mécanique	52
7.102 Essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques et hydrauliques	52
7.103 Vérification de l'exactitude de la filerie	52

SECTION HUIT – INFORMATION GÉNÉRALE

8. Guide pour le choix des appareils de connexion selon le service	52
9. Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes	54
9.101 Renseignements dans les appels d'offres et les commandes	54
9.102 Renseignements pour les soumissions	56
10. Règles pour le transport, le stockage, l'érection et la maintenance	56
10.1 Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'érection	56
10.2 Erection (montage)	56
10.3 Maintenance	56

ANNEXE AA — Défaut interne	58
ANNEXE BB — Méthode de calcul de la section des conducteurs nus vis-à-vis des contraintes thermiques dues aux courants de courte durée	70
ANNEXE CC — Méthode recommandée pour l'essai de protection contre les intempéries de l'appareillage sous enveloppe métallique pour l'installation à l'extérieur	72
ANNEXE DD — Guide pour les essais diélectriques après montage sur le site	74
ANNEXE EE — Niveau d'isolement assigné pour la série II	76
FIGURES	76



	Page
6.101 Verification of making and breaking capacities	47
6.102 Mechanical operation tests	47
6.103 Verification of the degree of protection	49
6.104 Measurement of leakage currents	49
6.105 Weatherproofing test	51
6.106 Arcing due to internal fault	51

SECTION SEVEN – RULES FOR ROUTINE TESTS

7. Routine tests	51
7.1 Power-frequency voltage tests on the main circuit	51
7.2 Dielectric tests on auxiliary and control circuits	53
7.3 Measurement of the resistance of the main circuit	53
7.101 Mechanical operation tests	53
7.102 Tests of auxiliary electrical, pneumatic and hydraulic devices	53
7.103 Verification of the correct wiring	53

SECTION EIGHT – GENERAL INFORMATION

8. Guide to the selection of switching devices for service	53
9. Information to be given with enquiries, tenders and orders	55
9.101 Information with enquiries and orders	55
9.102 Information with tenders	57
10. Rules for transport, storage, erection and maintenance	57
10.1 Conditions during transport, storage and erection	57
10.2 Erection (mounting)	57
10.3 Maintenance	57
APPENDIX AA – Internal fault	59
APPENDIX BB – Method of calculating the cross-sectional area of bare conductors with regard to thermal stresses due to currents of short duration	71
APPENDIX CC – Recommended method for the weatherproofing test for outdoor metal-enclosed switchgear and control-gear	73
APPENDIX DD – Guide for voltage tests after erection on site	75
APPENDIX EE – Rated insulation level for Series II	77
FIGURES	78

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPAREILLAGE SOUS ENVELOPPE MÉTALLIQUE
POUR COURANT ALTERNATIF
DE TENSIONS ASSIGNÉES SUPÉRIEURES À 1 kV
ET INFÉRIEURES OU ÉGALES 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 norme a été établie par le Sous-Comité 17C: Appareillage à haute tension sous enveloppe, du Comité d'Etudes N° 17 de la CEI: Appareillage.

La décision de réviser la Publication 298 de la CEI a été prise par le Sous-Comité 17C lors de la réunion tenue à La Haye en 1975. Des projets furent discutés aux réunions tenues à Moscou en 1977 et à Sydney en 1979. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 17C(Bureau Central)34, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1979.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Autriche	Nouvelle-Zélande
Belgique	Pays-Bas
Bésil	Pologne
Bulgarie	Royaume-Uni
Canada	Suède
Chine	Suisse
Egypte	Tchécoslovaquie
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
France	

Cette norme se réfère à la Publication 694 de la CEI: *Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension*, qui est applicable à moins qu'il n'en soit spécifié autrement dans la présente norme. En vue de simplifier l'indication des exigences correspondantes, on utilise la même numérotation des articles et des paragraphes que dans la Publication 694. Les modifications à ces articles et paragraphes sont indiquées sous les mêmes références, tandis que les paragraphes complémentaires sont numérotés à partir de 101. Les annexes complémentaires sont repérées par les lettres AA, BB, etc.

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications nos 50(151) (1978): Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.
- 50(441) (1974): Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), Chapitre 441: Appareillage.
- 56-2 (1971): Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension, Deuxième partie: Caractéristiques assignées.
- 129 (1975): Sectionneurs à courant alternatif et sectionneurs de terre.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

A.C. METAL-ENCLOSED SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR FOR RATED VOLTAGES ABOVE 1 kV AND UP TO AND INCLUDING 72.5 kV

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

The decision to revise IEC Publication 298 was taken by Sub-Committee 17C during the meeting held in The Hague in 1975. Drafts were discussed at the meetings held in Moscow in 1977 and in Sydney in 1979. As a result of the latter meeting, a draft, Document 17C(Central Office)34, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1979.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	New Zealand
Belgium	Norway
Brazil	Poland
Bulgaria	South Africa (Republic of)
Canada	Spain
China	Sweden
Czechoslovakia	Switzerland
Egypt	Turkey
France	Union of Soviet Socialist Republics
Germany	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	

This standard refers to IEC Publication 694: Common Clauses for High-voltage Switchgear and Controlgear Standards, which is applicable unless otherwise specified in this standard. In order to simplify the indication of corresponding requirements, the same numbering of clauses and sub-clauses is used as in Publication 694. Amendments to these clauses and sub-clauses are given under the same references whilst additional sub-clauses are numbered from 101. Additional appendices are lettered AA, BB, etc.

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 50(151) (1978): International Electrotechnical Vocabulary, (I.E.V.), Chapter 151: Electrical and Magnetic Devices.
- 50(441) (1974): International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), Chapter 441: Switchgear and Controlgear.
- 56-2 (1971): High-voltage Alternating-current Circuit-breakers, Part 2: Rating.
- 129 (1975): Alternating Current Disconnectors (Isolators) and Earthing Switches.

- 137 (1973): Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V.
- 243 (1967): Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants aux fréquences industrielles.
- 466 (1974): Appareillage à haute tension sous enveloppe isolante.
- 517 (1975): Appareillage à haute tension sous enveloppe métallique pour tensions assignées supérieures ou égales à 72,5 kV.
- 529 (1976): Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.
- 694 (1980): Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60298:1981

Withdrawn

- 137 (1973): Bushings for Alternating Voltages above 1 000 V.
- 243 (1967): Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies.
- 466 (1974): High-voltage Insulation-enclosed Switchgear and Controlgear.
- 517 (1975): High-voltage Metal-enclosed Switchgear for Rated Voltages of 72.5 kV and above.
- 529 (1976): Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures.
- 694 (1980): Common Clauses for High-voltage Switchgear and Controlgear Standards.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60298:1981

Withdrawn

APPAREILLAGE SOUS ENVELOPPE MÉTALLIQUE POUR COURANT ALTERNATIF DE TENSIONS ASSIGNÉES SUPÉRIEURES À 1 kV ET INFÉRIEURES OU ÉGALES À 72,5 kV

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

Cette norme spécifie les exigences pour l'appareillage préfabriqué sous enveloppe métallique pour courant alternatif, prévu pour être installé à l'intérieur et à l'extérieur, pour des tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 72,5 kV et pour des fréquences de service inférieures ou égales à 60 Hz.

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

La présente norme ne traite pas de matériels compris dans l'appareillage sous enveloppe métallique qui font l'objet de spécifications particulières.

Notes 1. — Les ensembles d'appareillage ayant une enveloppe isolante relèvent de la Publication 466 de la CEI: Appareillage à haute tension sous enveloppe isolante.

2. — Bien que cette norme couvre aussi l'appareillage sous enveloppe métallique dont l'isolation est assurée par un gaz isolant, autre que l'air à la pression atmosphérique, des exigences complémentaires pour un tel équipement peuvent s'appliquer suivant sa conception (voir Publication 517 de la CEI: Appareillage à haute tension sous enveloppe métallique pour tensions assignées supérieures ou égales à 72,5 kV).

SECTION DEUX — CONDITIONS DE SERVICE

2. Conditions de service normales et spéciales

L'appareillage sous enveloppe métallique est, à moins qu'il n'en soit spécifié autrement dans cette norme, prévu pour être utilisé dans les conditions normales de service.

Se référer à l'article 2 de la Publication 694 de la CEI: Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension, avec la modification suivante:

Pour des installations à l'intérieur, on admet qu'à l'intérieur de l'enveloppe l'humidité peut atteindre des valeurs élevées, mais normalement aucune condensation ne se produit sur l'équipement.

Note. — La condensation peut être empêchée par une conception spéciale du bâtiment ou du local dans lequel l'appareillage sous enveloppe métallique est installé.

Pour des installations à l'extérieur, il est entendu qu'à l'intérieur de l'enveloppe règnent les conditions normales d'intérieur. Si nécessaire, des mesures appropriées seront prises, telles que le conditionnement d'air, pour pouvoir utiliser des matériels courants d'intérieur.

A.C. METAL-ENCLOSED SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR FOR RATED VOLTAGES ABOVE 1 kV AND UP TO AND INCLUDING 72.5 kV

SECTION ONE - GENERAL

1. Scope

This standard specifies requirements for factory-assembled metal-enclosed switchgear and controlgear for alternating current of rated voltages above 1 kV and up to and including 72.5 kV for indoor and outdoor installation, and for service frequencies up to and including 60 Hz.

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

This standard does not deal with components contained in metal-enclosed switchgear and controlgear for which individual specifications exist.

Notes 1. — Switchgear and controlgear assemblies having an insulation enclosure are covered by IEC Publication 466: High-voltage Insulation-enclosed Switchgear and Controlgear.

2. — While this standard also covers metal-enclosed switchgear and controlgear of which the insulation is an insulating gas other than air at atmospheric pressure, additional requirements for such equipment may apply depending upon its design (see IEC Publication 517: High-voltage Metal-enclosed Switchgear for Rated Voltages of 72.5 kV and above).

SECTION TWO - SERVICE CONDITIONS

2. Normal and special service conditions

Unless otherwise specified in this standard, the metal-enclosed switchgear and controlgear is designed to be used under normal service conditions.

Refer to Clause 2 of IEC Publication 694: Common Clauses for High-voltage Switchgear and Controlgear Standards, with the following modification:

For indoor installation it is assumed that inside the enclosure the humidity may attain high values, but condensation on the equipment does normally not occur.

Note. — Condensation may be prevented by special design of the building or room housing the metal-enclosed switchgear and controlgear.

For outdoor installation, it is assumed that inside the enclosure normal indoor conditions prevail. If necessary, appropriate measures shall be taken, such as air conditioning, so that common indoor components may be used.

SECTION TROIS — TERMES ET DÉFINITIONS

3. Définitions

Pour les définitions des termes généraux utilisés dans cette norme, le lecteur est invité à se reporter à la Publication 50(441) de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International, Chapitre 441: Appareillage. De plus, les définitions suivantes s'appliquent dans le cadre de la présente norme:

3.101 *Appareillage*

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

3.102 *Appareillage sous enveloppe métallique*

Ensemble d'appareillage, avec une enveloppe métallique externe destinée à être mise à la terre, complètement assemblé à l'exception des connexions extérieures (V.E.I. 441-02-04).

Note. — L'appareillage sous enveloppe métallique est subdivisé en trois types:

- l'appareillage blindé;
- l'appareillage compartimenté (avec une ou plusieurs cloisons non métalliques);
- l'appareillage bloc.

3.102.1 *Appareillage blindé*

Appareillage sous enveloppe métallique dont les matériels sont disposés à l'intérieur de compartiments distincts ayant des cloisons métalliques destinées à être mises à la terre.

Notes 1. — Ce terme s'applique à l'appareillage sous enveloppe métallique ayant des cloisons métalliques dont le degré de protection est donné dans le tableau I (ou plus élevé) et ayant des compartiments distincts au moins pour les matériels suivants:

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

- 2 — Un appareillage sous enveloppe métallique ayant des cloisons métalliques et répondant à toutes les exigences de la note 1, peut utiliser un écran à volet isolant comme partie d'un dispositif de volet, dont la combinaison procure le degré de protection qui est donné dans le tableau I (ou plus élevé) et satisfait les exigences du paragraphe 5.103.1 pour les cloisons et volets en matériau isolant.

3.102.2 *Appareillage compartimenté (à cloisons non métalliques)*

Appareillage sous enveloppe métallique dont les matériels sont disposés à l'intérieur de compartiments distincts comme dans l'appareillage blindé, mais comprenant une ou plusieurs cloisons non métalliques dont le degré de protection est donné dans le tableau I (ou plus élevé).

Note. — L'appareillage sous enveloppe métallique, dont les matériels des circuits principaux sont individuellement enrobés de matériau isolant solide, peut être considéré comme une variante sous réserve que soient remplies les conditions spécifiées dans la Publication 466 de la CEI.

3.102.3 *Appareillage bloc*

Appareillage sous enveloppe métallique autre que l'appareillage blindé et l'appareillage compartimenté.

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

- a) nombre de compartiments inférieur à celui prévu pour l'appareillage blindé ou l'appareillage compartimenté;

SECTION THREE — TERMS AND DEFINITIONS

3. Definitions

For the definitions of general terms used in this standard, reference is made to IEC Publication 50 (441): International Electrotechnical Vocabulary, Chapter 441: Switchgear and Controlgear. Additionally the following definitions apply for the purpose of this standard:

3.101 *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.

3.102 *Metal-enclosed switchgear and controlgear*

Switchgear and controlgear assemblies with an external metal enclosure intended to be earthed and complete except for external connections (I.E.V. 441-02-04).

Note. — The metal-enclosed switchgear and controlgear is subdivided into three types:

- metal-clad switchgear and controlgear;
- compartmented switchgear and controlgear (with one or more non-metallic partitions);
- cubicle switchgear and controlgear.

3.102.1 *Metal-clad switchgear and controlgear*

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

Notes 1. — This term applies to metal-enclosed switchgear and controlgear with metal partitions providing the degree of protection included in Table I (or higher) and having separate compartments at least for the following components:

- a) each main switching device;
 - b) components connected to one side of a main switching device, for example feeder circuit;
 - c) components connected to the other side of the main switching device, for example busbars; where more than one set of busbars is provided, each set being in a separate compartment.
2. — Metal-enclosed switchgear and controlgear having metal partitions and meeting all the requirements of Note 1, may utilize an insulating shutter barrier as a part of the shutter arrangement, the combination of which provides the degree of protection included in Table I (or higher) and satisfies the requirements of Sub-clause 5.103.1 for partitions and shutters made of insulating material.

3.102.2 *Compartmented switchgear and controlgear (with non-metallic partitions)*

Metal-enclosed switchgear and controlgear in which components are arranged in separate compartments as for metal-clad switchgear and controlgear, but with one or more non-metallic partitions providing the degree of protection included in Table I (or higher).

Note. — Metal-enclosed switchgear and controlgear in which the main circuit components are individually embedded in solid insulating material can be considered as an alternative, provided that the conditions specified in IEC Publication 466 are met.

3.102.3 *Cubicle switchgear and controlgear*

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

Note. — This term applies to switchgear and controlgear having a metal enclosure and having either:

- a) a number of compartments less than that required for metal-clad or compartmented switchgear and controlgear;

- b) cloisons ayant un degré de protection inférieur à ceux donnés dans le tableau I;
- c) aucune cloison.

3.103 *Unité de transport*

Partie d'un appareillage sous enveloppe métallique pouvant être transportée sans être démontée.

3.104 *Unité fonctionnelle*

Partie d'un appareillage sous enveloppe métallique comprenant tous les matériels des circuits principaux et des circuits auxiliaires qui concourent à l'exécution d'une seule fonction.

Note. — Les unités fonctionnelles peuvent se différencier selon la fonction pour laquelle elles sont prévues, par exemple: unité d'arrivée, unité de départ, etc.

3.105 *Enveloppe*

Partie d'un appareillage sous enveloppe métallique procurant un degré de protection spécifié de l'équipement contre les influences externes et un degré de protection spécifié contre l'approche des parties actives ou le contact avec elles et contre le contact avec des parties en mouvement.

3.106 *Compartiment*

Partie d'un appareillage sous enveloppe métallique fermée à l'exception des ouvertures nécessaires à l'interconnexion, à la commande ou à la ventilation.

Notes 1. — Un compartiment peut être désigné par le matériel principal qu'il contient, par exemple compartiment disjoncteur, compartiment barres omnibus, etc.

- 2. — Les ouvertures nécessaires à l'interconnexion entre les compartiments sont fermées par des traversées ou d'autres moyens équivalents.
- 3. — Les compartiments barres omnibus peuvent s'étendre sur plusieurs unités fonctionnelles sans nécessiter des traversées ou d'autres moyens équivalents.

3.107 *Matériel*

Partie essentielle du circuit principal ou du circuit de terre de l'appareillage sous enveloppe métallique, qui possède une fonction spécifique (par exemple disjoncteur, sectionneur, interrupteur, fusible, transformateur de mesure, traversée, barres omnibus, etc.).

3.108 *Cloison*

Partie d'un appareillage sous enveloppe métallique séparant un compartiment des autres compartiments.

Notes 1. — Une cloison devient une partie de l'enveloppe si elle est accessible facilement dans chacune des positions définies aux paragraphes 3.114 à 3.117.

- 2. — Si une porte est prévue, qui peut être fermée dans les positions définies aux paragraphes 3.113 à 3.117, la cloison située derrière la porte n'est pas considérée comme une partie de l'enveloppe.

3.109 *Volet*

Partie d'un appareillage sous enveloppe métallique qui peut être déplacée d'une position permettant l'embrochage des contacts d'une partie amovible sur des contacts fixes à une position dans laquelle elle constitue une partie de l'enveloppe ou d'une cloison protégeant les contacts fixes.

3.110 *Partie amovible*

Partie d'un appareillage sous enveloppe métallique qui peut être enlevée entièrement de l'appareillage sous enveloppe métallique et remise en place, même quand le circuit principal est sous tension.

- b) partitions having a degree of protection lower than those included in Table I;
- c) no partitions.

3.103 *Transport unit*

A part of metal-enclosed switchgear and controlgear suitable for shipment without being dismantled.

3.104 *Functional unit*

A part of metal-enclosed switchgear and controlgear comprising all the components of the main circuits and auxiliary circuits that contribute to the fulfilment of a single function.

Note. — Functional units may be distinguished according to the function for which they are intended, for example: incoming unit, outgoing unit, etc.

3.105 *Enclosure*

A part of metal-enclosed switchgear and controlgear providing a specified degree of protection of equipment against external influences and a specified degree of protection against approach to or contact with live parts and against contact with moving parts.

3.106 *Compartment*

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

Notes 1. — A compartment may be designated by the main component contained therein, e.g. circuit-breaker compartment, busbar compartment, etc.

2. — Openings necessary for interconnection between compartments are closed with bushings or other equivalent means.

3. — Busbar compartments may extend through several functional units without the need for bushings or other equivalent means.

3.107 *Component*

An essential part of the main or earthing circuits of metal-enclosed switchgear and controlgear which serves a specific function (for example circuit-breaker, disconnector, switch, fuse, instrument transformer, bushing, busbar, etc.).

3.108 *Partition*

A part of metal-enclosed switchgear and controlgear separating one compartment from other compartments.

Notes 1. — A partition becomes a part of the enclosure, if it is readily accessible in any of the positions defined in Sub-clauses 3.114 to 3.117.

2. — If a door is provided which can be closed in the positions defined in Sub-clauses 3.113 to 3.117 the partition behind the door is not considered a part of the enclosure.

3.109 *Shutter*

A part of metal-enclosed switchgear and controlgear that can be moved from a position where it permits contacts of a removable part to engage fixed contacts, to a position where it becomes a part of the enclosure or partition shielding the fixed contacts.

3.110 *Removable part*

A part of metal-enclosed switchgear and controlgear that may be removed entirely from the metal-enclosed switchgear and controlgear and replaced, even though the main circuit is alive.

3.111 *Partie débrochable*

Partie amovible d'un appareillage sous enveloppe métallique qui, tout en demeurant reliée mécaniquement à l'enveloppe, peut être déplacée jusqu'aux positions établissant une distance de sectionnement ou un cloisonnement métallique entre les contacts ouverts.

3.112 *Cloisonnement métallique (entre conducteurs)*

Disposition de conducteurs avec interposition des éléments métalliques mis à la terre de telle sorte que des décharges disruptives ne puissent s'écouler qu'à la terre.

Note. — On peut prévoir un cloisonnement métallique aussi bien entre les conducteurs qu'entre les contacts ouverts d'un appareil de connexion.

3.113 *Position de service (position raccordée)*

Position occupée par une partie amovible quand elle est entièrement connectée pour la fonction à laquelle elle est destinée.

3.114 *Position de mise à la terre*

Position occupée par une partie amovible dans laquelle la fermeture d'un appareil mécanique de connexion provoque la mise en court-circuit et à la terre d'un circuit principal.

3.115 *Position d'essai (d'une partie débrochable)*

Position d'une partie débrochable dans laquelle une distance de sectionnement ou un cloisonnement métallique est établi dans le circuit principal et dans laquelle les circuits de commande sont raccordés.

3.116 *Position de sectionnement (d'une partie débrochable)*

Position d'une partie débrochable dans laquelle une distance de sectionnement ou un cloisonnement métallique est établi dans les circuits de la partie débrochable, cette partie restant mécaniquement reliée à l'enveloppe.

Note. — Dans l'appareillage sous enveloppe métallique à haute tension, les circuits auxiliaires peuvent ne pas être déconnectés.

3.117 *Position de retrait (d'une partie amovible)*

Position d'une partie amovible quand elle est retirée et séparée mécaniquement et électriquement de l'enveloppe.

3.118 *Circuit principal*

Toutes les parties conductrices d'un appareillage sous enveloppe métallique comprises dans un circuit destiné à transporter l'énergie électrique.

Note. — Les connexions aux transformateurs de tension ne sont pas considérées comme faisant partie du circuit principal.

3.119 *Circuit auxiliaire*

Toutes les parties conductrices d'un appareillage sous enveloppe métallique insérées dans un circuit (autre que le circuit principal) prévues pour la commande, la mesure, la signalisation et la régulation.

Note. — Les circuits auxiliaires d'un appareillage sous enveloppe métallique comprennent les circuits de commande et les circuits auxiliaires des appareils de connexion.

3.111 *Withdrawable part*

A removable part of metal-enclosed switchgear and controlgear that can be moved to positions in which an isolating distance or segregation between open contacts is established, while the part remains mechanically attached to the enclosure.

3.112 *Segregation (of conductors)*

An arrangement of conductors with earthed metal interposed between them in such a manner that disruptive discharges can only occur to earth.

Note. — A segregation may be established between the conductors as well as between the open contacts of a switching device.

3.113 *Service position (connected position)*

The position of a removable part in which it is fully connected for its intended function.

3.114 *Earthing position*

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

3.115 *Test position (of a withdrawable part)*

The position of a withdrawable part in which an isolating distance or segregation is established in the main circuit and in which the control circuits are connected.

3.116 *Disconnected position (of a withdrawable part)*

The position of a withdrawable part in which an isolating distance or segregation is established in the circuits of the withdrawable part, that part remaining mechanically attached to the enclosure.

Note. — In high-voltage metal-enclosed switchgear and controlgear, the auxiliary circuits may not be disconnected.

3.117 *Removed position (of a removable part)*

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

3.118 *Main circuit*

All the conductive parts of metal-enclosed switchgear and controlgear included in a circuit which is intended to transmit electrical energy.

Note. — Connections to voltage transformers are not considered part of the main circuit.

3.119 *Auxiliary circuit*

All the conductive parts of metal-enclosed switchgear and controlgear included in a circuit (other than the main circuit) intended to control, measure, signal and regulate.

Note. — The auxiliary circuits of metal-enclosed switchgear and controlgear include the control and auxiliary circuits of the switching devices.

3.120 Valeur assignée

Valeur d'une grandeur fixée, généralement par le constructeur, pour un fonctionnement spécifié de l'appareillage sous enveloppe métallique (V.E.I. 151-04-03).

Note. — Voir la section quatre pour les valeurs assignées particulières.

3.121 Degré de protection

Le degré de protection assuré par une enveloppe pour protéger des personnes contre un contact avec ou une approche des parties actives et contre un contact avec des parties en mouvement à l'intérieur de l'enveloppe, et pour protéger l'équipement contre la pénétration de corps solides.

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

Température déterminée dans des conditions prescrites de l'air qui entoure l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique.

3.123 Décharge disruptive

Phénomènes associés à la défaillance de l'isolation sous l'action d'une contrainte électrique et dans lesquels la décharge court-circuitée complètement l'isolation en essai, réduisant la tension entre électrodes à une valeur nulle ou presque nulle.

Notes 1. — Ce terme s'applique à la rupture des diélectriques solides, liquides ou gazeux et à leurs combinaisons.

2. — Une décharge disruptive dans un diélectrique solide occasionne la perte définitive de la rigidité diélectrique (isolation non autorégénératrice); dans les diélectriques liquides ou gazeux, cette perte peut n'être que momentanée (isolation autorégénératrice).

SECTION QUATRE — CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES

4. Caractéristiques assignées

Les caractéristiques assignées d'un appareillage sous enveloppe métallique sont les suivantes:

- a) tension assignée et nombre de phases;
- b) niveau d'isolement assigné;
- c) fréquence assignée;
- d) courant assigné en service continu (pour les circuits principaux);
- e) courant de courte durée admissible assigné (pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre);
- f) valeur de crête du courant admissible assigné, si applicable (pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre);
- g) durée de court-circuit assignée;
- h) valeurs assignées des matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique, y compris leurs dispositifs de manœuvre et l'équipement auxiliaire.

Pour la coordination des tensions assignées, des courants de courte durée admissibles assignés, des valeurs de crête du courant admissible assigné et des courants assignés en service continu de l'appareillage sous enveloppe métallique, il est fait référence à la Publication 56-2 de la CEI: Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension, Deuxième partie: Caractéristiques assignées, et à la Publication 129 de la CEI: Sectionneurs à courant alternatif et sectionneurs de terre.

4.1 Tension assignée

Se référer aux paragraphes 4.1 et 4.1.1 de la Publication 694 de la CEI.

Note. — Les matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique peuvent avoir leurs propres valeurs de tension assignée conformément à leurs normes correspondantes.

3.120 *Rated value*

A quantity value assigned, generally by a manufacturer, for a specified operating condition of the metal-enclosed switchgear and controlgear (I.E.V. 151-04-03).

Note. — See Section Four for individual rated values.

3.121 *Degree of protection*

The degree of protection provided by an enclosure to protect persons against contact with or approach to live parts and against contact with moving parts inside the enclosure and to protect the equipment against ingress of solid bodies.

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

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

3.123 *Disruptive discharge*

Phenomena associated with the failure of insulation under electric stress, in which the discharge completely bridges the insulation under test, reducing the voltage between the electrodes to zero or nearly to zero.

Notes 1. — The term applies to discharges in solid, liquid and gaseous dielectrics and to combinations of these.

2. — A disruptive discharge in a solid dielectric produces permanent loss of dielectric strength (non-self-restoring insulation); in a liquid or gaseous dielectric, the loss may be only temporary (self-restoring insulation).

SECTION FOUR — RATED CHARACTERISTICS

4. **Rating**

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

- a) Rated voltage and number of phases;
- b) Rated insulation level;
- c) Rated frequency;
- d) Rated normal current (for main circuits);
- e) Rated short-time withstand current (for main and earthing circuits);
- f) Rated peak withstand current, if applicable (for main and earthing circuits);
- g) Rated duration of short circuit;
- h) Rated values of the components forming part of the metal-enclosed switchgear and controlgear including their operating devices and auxiliary equipment.

For the co-ordination of rated voltages, rated short-time withstand currents, rated peak withstand currents and rated normal currents of metal-enclosed switchgear and controlgear reference is made to IEC Publication 56-2: High-voltage Alternating-current Circuit-breakers, Part 2: Rating, and to IEC Publication 129: Alternating Current Disconnectors (Isolators) and Earthing Switches.

4.1 *Rated voltage*

Refer to Sub-clauses 4.1 and 4.1.1 of IEC Publication 694.

Note. — Components forming part of metal-enclosed switchgear and controlgear may have individual values of rated voltage in accordance with their relevant standards.

4.2 Niveau d'isolement assigné

Se référer aux paragraphes 4.2 et 4.2.1 de la Publication 694 de la CEI. Pour l'appareillage sous enveloppe métallique les valeurs de la tension de tenue assignée, correspondant à la pratique courante du Canada et des Etats-Unis d'Amérique, figurent au tableau de l'annexe EE.

4.3 Fréquence assignée

Se référer au paragraphe 4.3 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant les valeurs assignées suivantes:

16 $\frac{2}{3}$ Hz et 25 Hz

4.4 Courant assigné en service continu et échauffement

4.4.1 Courant assigné en service continu

Se référer au paragraphe 4.4.1 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant l'alinéa suivant:

Certains circuits principaux de l'appareillage sous enveloppe métallique (par exemple barres omnibus, circuits d'alimentation, etc.) peuvent ne pas avoir la même valeur de courant assigné en service continu.

4.4.2 Echauffement

Se référer au paragraphe 4.4.2 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant le complément suivant:

L'échauffement des matériels contenus dans l'appareillage sous enveloppe métallique qui font l'objet de spécifications particulières non couvertes par la Publication 694 de la CEI n'excèdent pas les limites des échauffements autorisés par la norme correspondant à ce matériel.

L'échauffement des enveloppes et des capots accessibles n'excède pas 30 K. Dans le cas d'enveloppes et de capots accessibles, mais non prévus pour être touchés pendant la manœuvre normale, la limite de l'échauffement peut être augmentée de 10 K.

Dans le cas d'échauffement supérieur ou égal à 65 K de parties de l'enveloppe non accessibles à l'opérateur, toutes les précautions sont prises pour être sûr qu'aucun dommage n'est causé aux matériaux isolants voisins.

4.5 Courant de courte durée admissible assigné

Se référer au paragraphe 4.5 de la Publication 694 de la CEI.

4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné

Se référer au paragraphe 4.6 de la Publication 694 de la CEI.

Note. — En principe le courant de courte durée admissible assigné et la valeur de crête du courant admissible assigné d'un circuit principal ne peuvent pas excéder les valeurs assignées correspondantes du matériel en série dans le circuit qui présente les plus faibles caractéristiques. Mais 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 fusibles limiteurs de courant, réactances, etc.

4.7 Durée de court-circuit assignée

Se référer au paragraphe 4.7 de la Publication 694 de la CEI.

4.2 *Rated insulation level*

Refer to Sub-clauses 4.2 and 4.2.1 of IEC Publication 694. For metal-enclosed switchgear and controlgear the rated withstand voltage values, based on current practice in Canada and the United States of America, are given in the table of Appendix EE.

4.3 *Rated frequency*

Refer to Sub-clause 4.3 of IEC Publication 694 with the addition of the following rated values:

16⅔ Hz and 25 Hz

4.4 *Rated normal current and temperature rise*

4.4.1 *Rated normal current*

Refer to Sub-clause 4.4.1 of IEC Publication 694 with the addition of the following paragraph:

Some main circuits of metal-enclosed switchgear and controlgear (e.g. busbars, feeder circuits, etc.) may not have the same value of rated normal current.

4.4.2 *Temperature rise*

Refer to Sub-clause 4.4.2 of IEC Publication 694 with the addition of the following supplement:

The temperature rise of components contained in metal-enclosed switchgear and controlgear which are subject to individual specifications not covered by the scope of IEC Publication 694 shall not exceed the temperature-rise limits permitted in the relevant standard of that component.

The temperature rise for accessible enclosures and covers shall not exceed 30 K. In the case of enclosures and covers which are accessible but need not be touched during normal operation, the temperature-rise limit may be increased by 10 K.

When applying a temperature rise equal to or higher than 65 K for parts of the enclosure non-accessible to operators, every precaution shall be taken to ensure that no damage is caused to the surrounding insulating materials.

4.5 *Rated short-time withstand current*

Refer to Sub-clause 4.5 of IEC Publication 694.

4.6 *Rated peak withstand current*

Refer to Sub-clause 4.6 of IEC Publication 694.

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 its series connected components. However, for each circuit or compartment, advantage may be taken of apparatus limiting the short-circuit current, such as current-limiting fuses, reactors, etc.

4.7 *Rated duration of short circuit*

Refer to Sub-clause 4.7 of IEC Publication 694.

4.8 *Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires*

Se référer au paragraphe 4.8 de la Publication 694 de la CEI.

4.9 *Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de manœuvre et des circuits auxiliaires*

Se référer au paragraphe 4.9 de la Publication 694 de la CEI.

4.10 *Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour la manœuvre*

Se référer au paragraphe 4.10 de la Publication 694 de la CEI.

SECTION CINQ — RÈGLES DE CONCEPTION ET DE CONSTRUCTION

5. Conception et construction

L'appareillage sous enveloppe métallique est construit de façon telle que les opérations normales d'exploitation, de contrôle et de maintenance, 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 pour le personnel.

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

S'il existe des parties amovibles ayant des caractéristiques assignées différentes et si ces parties sont interchangeables dans un ensemble d'appareillage sous enveloppe métallique, toute combinaison possible des parties amovibles et fixes tient le niveau d'isolement assigné spécifié pour les parties fixes de l'équipement considéré.

Les matériels divers contenus dans l'enveloppe sont soumis aux spécifications particulières les concernant.

Pour les circuits principaux avec des fusibles limiteurs, le constructeur de l'appareillage peut fixer le courant de court-circuit avec fusible.

5.1 *Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage*

Se référer au paragraphe 5.1 de la Publication 694 de la CEI.

5.2 *Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage*

Se référer au paragraphe 5.2 de la Publication 694 de la CEI.

5.3 *Mise à la terre*

Se référer au paragraphe 5.3 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant le complément suivant concernant la mise à la terre de l'appareillage sous enveloppe métallique:

Il est prévu un conducteur de terre disposé sur toute la longueur de l'appareillage sous enveloppe métallique. La densité de courant dans le conducteur de terre s'il est en cuivre ne dépasse pas 200 A/mm² dans les conditions prescrites de défaut à la terre; toutefois, la section de ce conducteur est d'au moins 30 mm². Il est terminé par une borne appropriée, destinée au raccordement au réseau de terre de l'installation.

Note. — Si le conducteur de terre n'est pas en cuivre, il présente des caractéristiques mécaniques et thermiques équivalentes.

4.8 *Rated supply voltage of closing and opening devices and auxiliary circuits*

Refer to Sub-clause 4.8 of IEC Publication 694.

4.9 *Rated supply frequency of operating devices and auxiliary circuits*

Refer to Sub-clause 4.9 of IEC Publication 694.

4.10 *Rated pressure of compressed gas supply for operation*

Refer to Sub-clause 4.10 of IEC Publication 694.

SECTION FIVE — RULES FOR DESIGN AND CONSTRUCTION

5. Design and construction

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

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

If there are removable parts with different ratings and if parts are interchangeable within the assembly of metal-enclosed switchgear and controlgear, any possible combination of removable and fixed parts shall withstand the rated insulation level specified for the fixed parts of the equipment concerned.

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

For main circuits with current limiting fuses, the manufacturer of the switchgear and controlgear may assign the fused short-circuit current.

5.1 *Requirements for liquids in switchgear and controlgear*

Refer to Sub-clause 5.1 of IEC Publication 694.

5.2 *Requirements for gases in switchgear and controlgear*

Refer to Sub-clause 5.2 of IEC Publication 694.

5.3 *Earthing*

Refer to Sub-clause 5.3 of IEC Publication 694 with the addition of the following supplement concerning the earthing of metal-enclosed switchgear and controlgear:

An earthing conductor shall be provided extending the whole length of the metal-enclosed switchgear and controlgear. The current density in the earthing conductor, if of copper, shall not exceed 200 A/mm² under the specified earth fault conditions; however, its cross-section area shall not be less than 30 mm². It shall be terminated by an adequate terminal intended for connection to the earth system of the installation.

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

En général, la continuité du réseau de terre est assurée, compte tenu des sollicitations thermiques et mécaniques causées par le courant qu'il peut avoir à supporter. La valeur maximale des courants de défaut à la terre dépend du type de mise à la terre du neutre du réseau et est indiquée par l'utilisateur.

Lorsque des connexions de terre ont à supporter le plein courant de court-circuit triphasé (comme dans le cas des connexions qui font le court-circuit sur les appareils de mise à la terre), ces connexions sont dimensionnées en conséquence.

Note. — Comme guide, on se référera à la méthode de calcul des sections des conducteurs, donnée à l'annexe BB.

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

L'enveloppe de chaque unité fonctionnelle est connectée à ce conducteur de terre. Toutes les parties métalliques, prévues pour être mises à la terre et ne faisant pas partie d'un circuit principal ou auxiliaire, sont aussi connectées au conducteur de terre, directement ou par les charpentes métalliques.

En ce qui concerne l'interconnexion à l'intérieur de l'unité fonctionnelle, l'assemblage par boulonnage ou soudage est considéré comme suffisant pour assurer la continuité électrique entre le cadre, les capots, les portes, les cloisons ou les autres charpentes. Les portes des compartiments à haute tension sont reliées au cadre par des moyens appropriés.

Les parties métalliques d'une partie débrochable qui sont normalement à la terre restent également à la terre en position d'essai ou de sectionnement dans les conditions prescrites pour la distance de sectionnement (voir Publication 129 de la CEI) ainsi que dans les positions intermédiaires lorsque les circuits auxiliaires ne sont pas complètement déconnectés.

5.4 *Equipements auxiliaires*

Se référer au paragraphe 5.4 de la Publication 694 de la CEI.

5.5 *Fermeture dépendante à source d'énergie extérieure*

Se référer au paragraphe 5.5 de la Publication 694 de la CEI.

5.6 *Fermeture à accumulation d'énergie*

Se référer au paragraphe 5.6 de la Publication 694 de la CEI.

5.7 *Fonctionnement des déclencheurs*

Se référer au paragraphe 5.7 de la Publication 694 de la CEI.

5.8 *Verrouillages à basse et à haute pression*

Se référer au paragraphe 5.8 de la Publication 694 de la CEI.

5.9 *Plaques signalétiques*

Se référer au paragraphe 5.9 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant le complément suivant:

L'appareillage sous enveloppe métallique, ainsi que tous les matériels et dispositifs de manœuvre, sont munis de plaques signalétiques durables et clairement lisibles qui contiennent les renseignements suivants:

In general, the continuity of the earth system shall be ensured taking into account the thermal and mechanical stresses caused by the current it may have to carry. The maximum value of earth fault currents depends upon the type of system neutral earthing employed and shall be indicated by the user.

Where earthing connections have to carry the full three-phase short-circuit current (as in the case of the short-circuiting connections used for earthing devices) these connections shall be dimensioned accordingly.

Note. — As guidance, reference is made to a method of calculating cross-sectional areas of conductors given in Appendix BB.

Each part of the main circuit which can be disconnected from the other parts shall be capable of being earthed.

The enclosure of each functional unit shall be connected to this earthing conductor. All the metallic parts intended to be earthed and not belonging to a main or auxiliary circuit, shall also be connected to the earthing conductor directly or through metallic structural parts.

For the interconnection within the functional unit, fastening by bolting or welding is acceptable for providing electrical continuity between the frame, covers, doors, partitions or other structural parts. Doors of the high-voltage compartments shall be connected to the frame by adequate means.

The metallic parts of a withdrawable part which are normally earthed shall also remain earth-connected in the test and disconnected position under the prescribed conditions for the isolating distance (see IEC Publication 129) and also in any intermediate position whilst the auxiliary circuits are not totally disconnected.

5.4 *Auxiliary equipment*

Refer to Sub-clause 5.4 of IEC Publication 694.

5.5 *Dependent power closing*

Refer to Sub-clause 5.5 of IEC Publication 694.

5.6 *Stored energy closing*

Refer to Sub-clause 5.6 of IEC Publication 694.

5.7 *Operation of releases*

Refer to Sub-clause 5.7 of IEC Publication 694.

5.8 *Low and high pressure interlocking devices*

Refer to Sub-clause 5.8 of IEC Publication 694.

5.9 *Nameplates*

Refer to Sub-clause 5.9 of IEC Publication 694 with the addition of the following supplement:

Metal-enclosed switchgear and controlgear, all their components and operating devices shall be provided with durable and clearly legible nameplates which shall contain the following information:

- le nom du constructeur ou la marque de fabrique;
- la désignation du type ou un numéro de série;
- les valeurs assignées applicables;
- le numéro de la norme correspondante.

La plaque signalétique de chaque unité fonctionnelle est lisible en position normale de service. Les parties amovibles, s'il y en a, sont munies d'une plaque signalétique séparée comportant les données relatives aux unités fonctionnelles auxquelles elles appartiennent, mais cette plaque peut n'être lisible que lorsque la partie amovible est dans la position de retrait.

Note. — Il n'est pas utile de faire apparaître le mot « assigné » sur la plaque signalétique.

5.101 Degré de protection et défaut interne

5.101.1 Protection des personnes contre l'approche des parties actives et le contact avec les parties en mouvement

Pour l'appareillage blindé et pour l'appareillage compartimenté, le degré de protection est spécifié d'une part pour l'enveloppe et d'autre part pour les cloisons.

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

Le degré de protection est indiqué par une désignation spécifiée au tableau I.

Le chiffre caractéristique indique le degré de protection procurée par l'enveloppe vis-à-vis des personnes ainsi que de l'équipement intérieur à l'enveloppe.

Le tableau I donne le détail des objets qui seront « exclus » de l'enveloppe pour chacun des degrés de protection.

Le terme « exclus » implique soit qu'une partie du corps ou d'un objet tenu par une personne n'entrera pas dans l'enveloppe, soit, si elle ou il entre, qu'une distance d'isolement adéquate sera maintenue et qu'aucune partie en mouvement ne sera touchée.

TABLEAU I

Degré de protection	Protection contre l'approche des parties actives et le contact avec les parties en mouvement
IP2X	Avec les doigts ou des objets analogues de diamètre supérieur à 12 mm
IP3X	Avec des outils, des fils, etc., de diamètre ou d'épaisseur supérieurs à 2,5 mm
IP4X	Avec des fils de diamètre ou des rubans d'épaisseur supérieurs à 1,0 mm

Note. — La désignation du degré de protection correspond à la Publication 529 de la CEI: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes. Dans l'appareillage sous enveloppe métallique, aucun degré de protection n'est prévu contre l'entrée nuisible d'eau.

5.101.2 Protection de l'équipement contre les effets externes

- a) Protection contre la pénétration de corps solides: Pas de spécification particulière en dehors de celles du paragraphe 5.101.1.
- b) Protection contre les intempéries: L'équipement pour l'installation à l'extérieur prévu avec une protection appropriée à ces conditions est repéré par la lettre caractéristique W placée immédiatement à la suite des lettres IP.

- manufacturer's name or trade mark;
- type designation or serial number;
- applicable rated values;
- number of the relevant standard.

The nameplates of each functional unit shall be legible during normal service. The removable parts, if any, shall have a separate nameplate with the data relating to the functional units they belong to, but this nameplate need only be legible when the removable part is in the removed position.

Note. — The word "rated" need not appear on the nameplate.

5.101 Degree of protection and internal fault

5.101.1 Protection of persons against approach to live parts and contact with moving parts

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

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

The degree of protection shall be indicated by means of a designation specified in Table I.

The characteristic numeral indicates the degree of protection provided by the enclosure with respect to persons, also to the equipment inside the enclosure.

Table I gives details of objects which will be "excluded" from the enclosure for each of the degrees of protection.

The term "excluded" implies that a part of the body or an object held by a person, either will not enter the enclosure or, if it enters, that adequate clearance will be maintained and no moving part will be touched.

TABLE I

Degree of protection	Protection against approach to live parts and contact with moving parts
IP2X	By fingers or similar objects of diameter greater than 12 mm
IP3X	By tools, wires etc. of diameter or thickness greater than 2.5 mm
IP4X	By wires of diameter or strips of thickness greater than 1.0 mm

Note. — The designation of the degree of protection corresponds to IEC Publication 529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures. No degree of protection is provided by metal-enclosed switchgear and controlgear against harmful ingress of water.

5.101.2 Protection of equipment against external effects

- a) Protection against ingress of solid bodies: No additional provisions beyond those in Sub-clause 5.101.1 are to be taken.
- b) Protection against weather: Equipment for outdoor installation provided with appropriate protective features is to be indicated by the characteristic letter W placed immediately after the letters IP.

- c) Protection contre les agents atmosphériques: Pour les conditions de service à considérer, voir l'article 2.

5.101.3 Protection de l'équipement contre les dommages mécaniques

A l'étude. En attendant, le constructeur est consulté quand les enveloppes risquent d'être soumises à des chocs mécaniques ou à des effets similaires.

5.101.4 Défaut interne

Un défaut à l'intérieur de l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique, dû à des défauts ou à des conditions de service exceptionnelles ou à une fausse manœuvre, peut amorcer un arc interne.

La probabilité d'apparition d'un tel défaut dans les constructions correspondant aux exigences de cette norme est très faible, mais ne peut pas être complètement négligée.

Si des personnes sont présentes, un tel défaut peut provoquer des blessures, avec une probabilité plus faible cependant.

Il est souhaitable de prévoir le plus haut degré possible de protection pour les personnes. L'objectif principal reste d'éviter un tel arc ou de limiter sa durée et ses conséquences.

L'expérience ayant démontré que les défauts se produisent de préférence dans certains emplacements plutôt que dans d'autres, à l'intérieur de l'enveloppe, une attention spéciale doit donc être portée à ceux-là.

Dans les colonnes (1) et (2) du tableau AAI de l'annexe AA, une liste de tels emplacements préférentiels et des causes est donnée à titre indicatif. Certaines mesures, pour diminuer la probabilité d'apparition des défauts internes ou pour réduire les risques, sont recommandées dans la colonne (3). Des exemples de mesure de limitation des conséquences d'un défaut interne sont donnés dans le tableau AAI de l'annexe AA.

Si ces mesures sont considérées comme insuffisantes et uniquement pour couvrir le cas où l'arc est amorcé entièrement dans l'air, à l'intérieur de l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique, le constructeur et l'utilisateur pourront alors se mettre d'accord sur l'exécution d'un essai conforme à l'annexe AA pour justifier que l'appareillage répond aux critères définis en commun.

Cet essai peut ne pas être nécessaire pour les parties des circuits protégées par des dispositifs limiteurs de courant, par exemple des fusibles.

Note — Il est recommandé de prendre en considération la surpression causée dans le bâtiment, par un arc dû à un défaut interne dans l'appareillage sous enveloppe métallique, et l'effet de l'éjection des gaz à travers des dispositifs limiteurs de pression.

5.102 Enveloppe

5.102.1 Généralités

Les enveloppes sont métalliques. Lorsque l'appareillage sous enveloppe métallique est installé, l'enveloppe procure au moins le degré de protection spécifié au tableau I. Elle assure aussi une protection conforme aux conditions suivantes:

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

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

- c) Protection against atmospheric agents: The relevant service conditions shall be observed, see Clause 2.

5.101.3 *Protection of equipment against mechanical damage*

Under consideration. For the time being the manufacturer shall be consulted where enclosures may be subjected to mechanical impacts or similar effects.

5.101.4 *Internal fault*

Failure within the enclosure of metal-enclosed switchgear and controlgear due either to a defect or an exceptional service condition or mal-operation may initiate an internal arc.

There is little probability of such an event occurring in constructions which satisfy the requirements of this standard, but it cannot be completely disregarded.

Such an event may lead to the risk of injury, if persons are present, but with an even lower probability.

It is desirable that the highest possible degree of protection to persons should be provided. The principal objective should be to avoid such arcs or to limit their duration and consequences.

Experience has shown that faults are more likely to occur in some locations inside an enclosure than in others, so special attention should be paid to these.

For guidance, a list of such locations and of causes is given in Table AAI of Appendix AA, columns (1) and (2). Measures to decrease the probability of internal faults or to reduce the risk are recommended in column (3). Examples of measures to limit the consequences of internal faults are given in Table AAI of Appendix AA.

If such measures are considered to be insufficient, then, to cover only the case of an arc occurring entirely in air within the enclosure of the metal-enclosed switchgear and controlgear, a test in accordance with Appendix AA may be agreed between the manufacturer and user, to verify that the chosen criteria are fulfilled as agreed.

Such a test should be unnecessary on those parts of circuits which are protected by current limiting devices, for example, fuses.

Note. — The overpressure in the building caused by arcing due to an internal fault in the metal-enclosed switchgear and controlgear and the effects of the ejection of gases from pressure relief devices should be taken into consideration.

5.102 *Enclosure*

5.102.1 *General*

Enclosures shall be metallic. When the metal-enclosed switchgear and controlgear is installed, the enclosure shall provide at least the degree of protection specified in Table I. It shall also assure protection in accordance with the following conditions:

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

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

Pour l'installation à l'extérieur, le constructeur tient compte de l'influence des conditions climatiques.

5.102.2 *Capots et portes*

Les capots et les portes qui font partie de l'enveloppe sont métalliques. Lorsqu'ils sont fermés, ils procurent le degré de protection spécifié pour l'enveloppe.

Les capots et les portes ne sont pas réalisés sous forme de grillages, de métal déployé ou sous des formes similaires. Quand des orifices de ventilation et d'échappement des gaz sont prévus dans les capots ou les portes, référence est faite au paragraphe 5.102.4.

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

- a) ceux qui n'ont pas à être ouverts pour les opérations normales d'exploitation ou d'entretien (capots fixes). Ils ne peuvent pas être ouverts, démontés ou retirés sans l'aide d'outils;
- b) ceux qui sont ouverts pour les opérations normales d'exploitation (capots amovibles, portes). Ils ne nécessitent pas d'outils pour leur ouverture ou leur enlèvement. Ils sont munis d'un dispositif de fermeture (cadenas par exemple) à moins que la sécurité des personnes ne soit assurée par un verrouillage mécanique approprié.

En principe, pour l'appareillage blindé ou compartimenté, les capots ou les portes ne sont ouverts que si la partie du circuit principal contenue dans le compartiment rendu accessible est hors tension.

5.102.3 *Regards*

Les regards assurent au moins le degré de protection spécifié pour l'enveloppe.

Ils sont fermés par des plaques transparentes ayant une résistance mécanique comparable à celle de l'enveloppe. Il faut prévoir des moyens pour empêcher la formation de charges électrostatiques dangereuses, soit par des distances d'isolement, soit par blindage électrostatique (par exemple une grille mise à la terre et appliquée sur la face intérieure du regard).

L'isolation entre les parties actives du circuit principal et les regards tient les tensions spécifiées au paragraphe 4.2.1 de la Publication 694 de la CEI pour les essais diélectriques à la terre et entre pôles.

5.102.4 *Orifices de ventilation et d'échappement des gaz*

Les orifices de ventilation et d'échappement des gaz sont disposés ou protégés de façon à prévoir le même degré de protection que celui spécifié pour l'enveloppe. De tels orifices peuvent être protégés par des grillages ou des dispositifs analogues à condition que ceux-ci aient une rigidité mécanique suffisante.

Les orifices de ventilation et d'échappement des gaz sont disposés de telle sorte que des gaz ou des vapeurs s'échappant sous pression ne mettent pas l'opérateur en danger.

5.103 *Cloisons et volets*

5.103.1 *Généralités*

Les cloisons et volets assurent au moins le degré de protection spécifié au tableau I.

Les cloisons et volets en matériau isolant répondent aux exigences suivantes:

For outdoor installation, the manufacturer shall take into account the influence of climatic conditions.

5.102.2 *Covers and doors*

Covers and doors which are parts of the enclosure shall be metallic. When they are closed, they shall provide the degree of protection specified for the enclosure.

Covers or doors shall not be made of woven wire mesh, expanded metal or similar. When ventilating openings and vent outlets are incorporated in the cover or door, reference is made to Sub-clause 5.102.4.

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

- a) Those which need not be opened for the normal purposes of operation or maintenance (fixed covers). It shall not be possible for them to be opened, dismantled or removed without the use of tools;
- b) those which need to be opened for the normal purposes of operation (removable covers, doors). These shall not require tools for their opening or removal. They shall be provided with locking facilities (for example, provision for padlocks), unless the safety of persons is assured by a suitable interlocking device.

With metal-clad or compartmented switchgear and controlgear, covers or doors should only be opened when the part of the main circuit contained in the compartment being made accessible is dead.

5.102.3 *Inspection windows*

Inspection windows shall provide at least the degree of protection specified for the enclosure.

They shall be covered by a transparent sheet of mechanical strength comparable to that of the enclosure. Precautions shall be taken to prevent the formation of dangerous electrostatic charges, either by clearance or by electrostatic shielding (for example, a suitable earthed wire-mesh on the inside of the window).

The insulation between live parts of the main circuit and the inspection windows shall withstand the test voltages specified in Sub-clause 4.2.1 of IEC Publication 694 for voltage tests to earth and between poles.

5.102.4 *Ventilating openings, vent outlets*

Ventilating openings and vent outlets shall be so arranged or shielded that the same degree of protection as that specified for the enclosure is obtained. Such openings may make use of wire mesh or the like provided that it is of suitable mechanical strength.

Ventilating openings and vent outlets shall be arranged in such a way that gas or vapour escaping under pressure does not endanger the operator.

5.103 *Partitions and shutters*

5.103.1 *General*

Partitions and shutters shall provide at least the degree of protection specified in Table I.

Partitions and shutters made of insulating material shall meet the following requirements:

- a) l'isolation entre les parties actives du circuit principal et la surface accessible des cloisons et volets en matériau isolant tient les tensions d'essai spécifiées au paragraphe 4.2.1 de la Publication 694 de la CEI pour les essais diélectriques à la terre et entre pôles;
- b) abstraction faite des contraintes mécaniques, le matériau isolant tient les tensions d'essai spécifiées au point a). La méthode d'essai propre donnée dans la Publication 243 de la CEI: Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants aux fréquences industrielles, est en principe appliquée;
- c) l'isolation entre les parties actives du circuit principal et le côté intérieur des cloisons et volets en matériau isolant en face de ces parties tient au moins 150% de la tension assignée de l'équipement;
- d) les courants de fuite qui pourraient atteindre la surface accessible des cloisons et volets par un chemin continu sur des surfaces isolantes ou par un chemin interrompu seulement par d'étroits espaces de gaz ou de liquide ne sont pas supérieurs à 0,5 mA dans les conditions d'essai spécifiées (voir paragraphe 6.104).

L'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique et les cloisons de l'appareillage blindé ou compartimenté contenant des ouvertures pour permettre l'embrochage des contacts de la partie amovible et des contacts fixes sont munis de volets automatiques qui, manœuvrés correctement pendant les opérations normales d'exploitation, assurent la sécurité des personnes dans chacune des positions définies aux paragraphes 3.113 à 3.117.

S'il est nécessaire, lors des travaux de maintenance, d'ouvrir des volets pour atteindre un jeu de contacts fixes, tous les volets sont munis de dispositifs permettant de les immobiliser, indépendamment, en position de fermeture ou il est possible d'ajouter un écran pour empêcher l'accès au jeu de contacts fixes restés sous tension.

Note. — Les conducteurs passant à travers une cloison métallique sont isolés par des traversées ou d'autres moyens équivalents et les ouvertures peuvent être munies de traversées ou de volets comportant des parties non métalliques. Les traversées doivent satisfaire à la Publication 137 de la CEI: Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V.

5.103.2 Cloisons

Les cloisons de l'appareillage blindé sont métalliques et mises à la terre.

Les cloisons de l'appareillage compartimenté et bloc peuvent être non métalliques, sous réserve qu'elles ne deviennent pas partie de l'enveloppe dans chacune des positions définies aux paragraphes 3.114 à 3.117. Si les cloisons deviennent partie de l'enveloppe avec la partie amovible dans chacune de ces positions, elles sont métalliques, mises à la terre et procurent le degré de protection spécifié pour l'enveloppe.

5.103.3 Volets

Les volets des trois types d'appareillage sous enveloppe métallique peuvent être soit métalliques, soit non métalliques.

S'ils sont en matériau isolant, ils ne deviennent pas partie de l'enveloppe. S'ils sont métalliques, ils sont mis à la terre, et, s'ils deviennent partie de l'enveloppe, ils procurent le degré de protection spécifié pour l'enveloppe.

5.104 Sectionneurs et sectionneurs de terre

Les dispositifs assurant la distance de sectionnement entre les conducteurs à haute tension sont considérés comme des sectionneurs qui satisfont à la Publication 129 de la CEI, sauf en ce qui concerne les essais de fonctionnement mécanique (voir paragraphes 6.102 et 7.101).

- a) the insulation between live parts of the main circuit and the accessible surface of insulating partitions and shutters shall withstand the test voltages specified in Sub-clause 4.2.1 of IEC Publication 694 for voltage tests to earth and between poles;
- b) apart from mechanical strength, the insulating material shall withstand likewise the test voltages specified in Item a). The appropriate test methods given in IEC Publication 243: Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies, should be applied;
- c) the insulation between live parts of the main circuit and the inner surface of insulating partitions and shutters facing these shall withstand at least 150% of the rated voltage of the equipment;
- d) if a leakage current may reach the accessible side of the insulating partitions and shutters by a continuous path over insulating surfaces or by a path broken only by small gaps of gas or liquid, it shall be not greater than 0.5 mA under the specified test conditions (see Sub-clause 6.104).

Openings in the enclosure of metal-enclosed switchgear and controlgear and in the partitions of metal-clad or compartmented switchgear and controlgear through which contacts of removable parts engage fixed contacts shall be provided with automatic shutters properly operated in normal service operations to assure the protection of persons in any of the positions defined in Sub-clauses 3.113 to 3.117.

If maintenance requirements imply that one set of fixed contacts shall be accessible through opened shutters, all the shutters shall be provided with means of locking them independently in the closed position or it shall be possible to insert a screen to prevent the live set of the fixed contacts being exposed.

Note. — Conductors passing through metallic partitions are insulated by bushings or other equivalent means and the openings may be provided by bushings or shutters having non-metallic parts. Bushings shall comply with IEC Publication 137: Bushings for Alternating Voltages above 1 000 V.

5.103.2 Partitions

Partitions of metal-clad switchgear and controlgear shall be metallic and earthed.

Partitions of compartmented and cubicle switchgear and controlgear may be non-metallic, provided they do not become part of the enclosure in any of the positions defined, in Sub-clauses 3.114 to 3.117. If partitions become part of the enclosure with the removable part in any of these positions, they shall be metallic, earthed and provide the degree of protection specified for the enclosure.

5.103.3 Shutters

The shutters of the three types of metal-enclosed switchgear and controlgear may be either metallic or non-metallic.

If shutters are of insulating material, they shall not become part of the enclosure. If they are metallic, they shall be earthed, and if they become part of the enclosure they shall provide the degree of protection specified for the enclosure.

5.104 Disconnectors and earthing switches

The devices for ensuring the isolating distance between the high-voltage conductors are considered to be disconnectors which shall comply with IEC Publication 129, except for mechanical operation tests (see Sub-clauses 6.102 and 7.101).

L'exigence selon laquelle il est possible de reconnaître la position du sectionneur ou du sectionneur de terre est considérée comme satisfaite si l'une des conditions suivantes est remplie:

- la distance de sectionnement est visible;
- la position de la partie débrosable, par rapport à la partie fixe, est nettement visible et les positions correspondant à l'embrochage complet et le sectionnement complet sont indiquées clairement;
- la position du sectionneur ou du sectionneur de terre est indiquée par un dispositif indicateur sûr.

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

5.105 Verrouillages

Des verrouillages entre les différents matériels de l'équipement sont prévus pour des raisons de sécurité et pour faciliter le service. Les dispositions suivantes sont obligatoires pour les circuits principaux:

a) Appareillage sous enveloppe métallique contenant des parties amovibles

Le débrosage ou l'embrochage d'un disjoncteur, interrupteur ou contacteur n'est possible que si ceux-ci se trouvent dans la position d'ouverture.

La manœuvre d'un disjoncteur, interrupteur ou contacteur n'est possible que si ceux-ci se trouvent dans la position de service, de sectionnement, de retrait, d'essai ou de mise à la terre.

Dans la position de service, la fermeture d'un disjoncteur, interrupteur ou contacteur n'est possible que si ceux-ci sont raccordés au circuit auxiliaire, sauf s'ils sont prévus pour s'ouvrir automatiquement sans l'utilisation d'un circuit auxiliaire.

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

Des verrouillages sont prévus pour empêcher la manœuvre des sectionneurs dans des conditions pour lesquelles ils ne sont pas prévus (voir Publication 129 de la CEI). La manœuvre d'un sectionneur n'est possible que lorsque le disjoncteur, l'interrupteur ou le contacteur associé se trouve en position d'ouverture.

Note. — On peut passer outre à cette règle si, dans un système à deux jeux de barres omnibus, il est possible d'avoir un transfert sans coupure d'un jeu de barres sur l'autre.

La manœuvre du disjoncteur, de l'interrupteur ou du contacteur n'est possible que si le sectionneur associé se trouve en position d'ouverture, de fermeture ou de mise à la terre (si elle existe).

La disposition des verrouillages complémentaires ou différents est le sujet d'accord entre constructeur et utilisateur. Le constructeur fournit toutes les informations nécessaires sur le but et le mode de fonctionnement des verrouillages.

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

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

Note. — Dans la mesure du possible, la préférence est en principe donnée aux verrouillages mécaniques.

The requirement that it shall be possible to know the operating position of the disconnector or earthing switch is met, if one of the following conditions is fulfilled:

- the isolating distance is visible;
- the position of the withdrawable part, in relation to the fixed part, is clearly visible and the positions corresponding to full connection and full isolation are clearly identified;
- the position of the disconnector or earthing switch is indicated by a reliable indicating device.

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

5.105 Interlocks

Interlocks between different components of the equipment are provided for reasons of safety and for convenience of operation. The following provisions are mandatory for main circuits.

a) Metal-enclosed switchgear and controlgear with removable parts

The withdrawal or engagement of a circuit-breaker, switch or contactor shall be impossible unless it is in the open position.

The operation of a circuit-breaker, switch or contactor shall be impossible unless it is in the service, disconnected, removed, test or earthing position.

It shall be impossible to close the circuit-breaker, switch or contactor in the service position unless it is connected to the auxiliary circuit, unless it is designed to open automatically without the use of an auxiliary circuit.

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

Interlocks shall be provided to prevent operation of disconnectors under conditions other than those they are intended for (see IEC Publication 129). The operation of a disconnector shall be impossible unless the associated circuit-breaker, switch or contactor is in the open position.

Note. — This rule may be disregarded if it is possible to have a busbar transfer in a double busbar system without current interruption.

The operation of the circuit-breaker, switch or contactor shall be impossible unless the associated disconnector is in the closed, open or earthing position (if provided).

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

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

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

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

5.106 *Dispositions pour les essais diélectriques des câbles*

Lorsque, pour les essais diélectriques, il n'est pas pratique de déconnecter le câble de l'appareillage sous enveloppe métallique, les parties qui ne peuvent pas être isolées du câble doivent être capables de tenir les tensions d'essai des câbles spécifiées dans les normes correspondant aux câbles.

Note. — On attire l'attention sur le fait qu'en pratique, dans certains cas, il n'y a pas de marge de sécurité entre la tension d'essai à fréquence industrielle assignée sur la distance de sectionnement et la contrainte diélectrique sur cette même distance de sectionnement, résultant de l'application de la tension d'essai à courant continu sur le câble, tandis que l'autre extrémité de la distance de sectionnement de l'appareillage sous enveloppe métallique est encore sous tension.

SECTION SIX — RÈGLES POUR ESSAIS DE TYPE

6. Essais de type

Se référer à l'article 6 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant la modification suivante:

Les matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique et relevant de spécifications particulières non couvertes par la Publication 694 de la CEI y satisfont et sont essayés conformément à ces spécifications, en tenant compte des conditions données aux paragraphes suivants.

Les essais de type sont effectués sur une unité fonctionnelle représentative. Il n'est pas pratique de soumettre toutes les dispositions prévues d'appareillage sous enveloppe métallique à des essais de type, compte tenu de la multiplicité des types, des caractéristiques assignées et des combinaisons possibles de matériels. Les caractéristiques d'une disposition donnée peuvent alors être déduites des résultats d'essais obtenus avec des dispositions comparables.

Note. — Une unité fonctionnelle représentative peut prendre la forme d'une unité extensible. Néanmoins, il peut être nécessaire d'assembler par boulonnage deux ou trois unités.

D'autres essais que ceux énumérés ci-après peuvent être effectués sur l'appareillage sous enveloppe métallique, comportant des matériaux isolants organiques. Ces essais font l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

Les essais de type et vérifications comprennent:

Essais de type normaux

- | | |
|---|------------------------|
| a) Essais de vérification du niveau d'isolement de l'ensemble y compris les essais de tension à fréquence industrielle des circuits auxiliaires: | paragraphe 6.1 |
| b) Essais de vérification de l'échauffement de n'importe quelle partie de l'équipement et de mesure de la résistance du circuit principal: | paragraphes 6.3 et 6.4 |
| c) Essais de vérification de l'aptitude des circuits principaux et de terre à supporter la valeur de crête du courant et le courant de courte durée admissible assigné: | paragraphe 6.5 |
| d) Essais de vérification du pouvoir de fermeture et du pouvoir de coupure des appareils de connexion contenus dans l'équipement: | paragraphe 6.101 |
| e) Essais de vérification du fonctionnement satisfaisant des appareils de connexion et des parties amovibles contenus dans l'équipement: | paragraphe 6.102 |
| f) Essais de vérification de la protection des personnes contre l'approche des parties actives et le contact avec les parties en mouvement: | paragraphe 6.103 |
| g) Essais de vérification de la protection des personnes contre les effets électriques dangereux: | paragraphe 6.104 |

5.106 *Provisions for dielectric tests on cables*

When it is not practical to disconnect the cable for the dielectric tests from the metal-enclosed switchgear and controlgear, those parts which remain connected to the cable shall be capable of withstanding the cable test voltages specified in the relevant cable standards.

Note. — Attention is drawn to the fact that practically no safety margin is left in some cases between the rated power-frequency test voltage for the isolating distance and the resulting voltage stress across the isolating distance due to the application of the d.c. cable test voltage, while the other side of the isolating distance of metal-enclosed switchgear and controlgear is still live.

SECTION SIX — RULES FOR TYPE TESTS

6. Type tests

Refer to Clause 6 of IEC Publication 694 with the addition of the following modification:

Components contained in metal-enclosed switchgear and controlgear which are subject to individual specifications not covered by the scope of IEC Publication 694 shall comply with and be tested in accordance with those specifications, taking into account the conditions given in the following sub-clauses.

The type tests are made on a representative functional unit. Because of the variety of types, ratings and possible combinations of components, it is not practical to make type tests with all the arrangements of metal-enclosed switchgear and controlgear. The performance of any particular arrangement may be substantiated by test data of comparable arrangements.

Note. — A representative functional unit may take the form of one extensible unit. However, it may be necessary to bolt two or three of such units together.

Other tests than those indicated hereafter can be carried out on metal-enclosed switchgear and controlgear including organic insulating materials. These tests are subject to agreement between manufacturer and user.

The type tests and verifications comprise:

Normal type tests

- | | |
|---|-------------------------|
| a) Tests to verify the insulation level of the equipment including tests at power-frequency test voltages on auxiliary circuits: | Sub-clause 6.1 |
| b) Tests to prove the temperature rise of any part of the equipment and measurement of the resistance of the main circuit: | Sub-clauses 6.3 and 6.4 |
| c) Tests to prove the capability of the main and earthing circuits to be subjected to the rated peak and the rated short-time withstand currents: | Sub-clause 6.5 |
| d) Test to prove the making and breaking capacity of the included switching devices: | Sub-clause 6.101 |
| e) Tests to prove the satisfactory operation of the included switching devices and removable parts: | Sub-clause 6.102 |
| f) Tests to verify the protection of persons against approach to live parts and contact with moving parts: | Sub-clause 6.103 |
| g) Tests to verify the protection of persons against dangerous electrical effects: | Sub-clause 6.104 |

Essais de type spéciaux (faisant l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur)

- h) Essais de vérification de la protection de l'équipement contre les effets externes dus aux intempéries et aux agents atmosphériques: paragraphe 6.105
- i) Essais de vérification de la protection de l'équipement contre les dommages mécaniques: paragraphe 5.101.3
- j) Essais pour évaluer les effets d'un arc dû à un défaut interne: paragraphe 6.106
- k) Essais pour déceler certains défauts dans l'isolation solide de l'équipement par la mesure des décharges partielles: paragraphe 6.1.9

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

6.1 Essais diélectriques

6.1.1 Conditions de l'air ambiant pendant les essais

Se référer au paragraphe 6.1.1 de la Publication 694 de la CEI avec la limitation suivante:

Si l'isolement de l'appareillage sous enveloppe métallique comprend de l'air à la pression atmosphérique, les essais diélectriques sont effectués dans des conditions aussi proches que possible des conditions atmosphériques normales de référence. L'application de facteurs de correction pour la densité de l'air et l'humidité pour la détermination de la tension d'essai fait l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

6.1.2 Modalités des essais sous pluie

La Publication 694 de la CEI n'est pas applicable, donc des essais diélectriques sous pluie ne sont pas nécessaires pour l'appareillage sous enveloppe métallique.

6.1.3 Etat de l'appareillage pendant les essais diélectriques

Se référer au paragraphe 6.1.3 de la Publication 694 de la CEI pour les essais qui sont applicables.

6.1.4 Application de la tension d'essai et conditions d'essai

La Publication 694 de la CEI n'est pas applicable. Compte tenu de la grande diversité des constructions, il n'est pas possible de spécifier de manière détaillée les essais auxquels le circuit principal est soumis. Sont toutefois compris les essais suivants:

a) A la terre et entre phases

Les tensions d'essai spécifiées au paragraphe 6.1.5 sont appliquées en connectant successivement chaque conducteur de phase du circuit principal à la borne à haute tension de la source d'essai. Tous les autres conducteurs du circuit principal et des circuits auxiliaires sont reliés au conducteur de terre, ou au cadre et à la borne de terre de la source d'essai.

Les essais diélectriques sont effectués avec tous les appareils de connexion fermés et toutes les parties amovibles en position de service. L'attention est attirée sur la possibilité d'un champ électrique moins favorable lorsque les appareils de connexion sont en position d'ouverture ou que les parties amovibles sont dans une position de sectionnement, de retrait, d'essai ou de mise à la terre. Les essais sont alors répétés dans ces conditions.

Note. — Les parties amovibles ne seront pas soumises à ces essais diélectriques lorsqu'elles sont dans une position de sectionnement, d'essai ou de retrait.

Special type tests (subject to agreement between manufacturer and user)

- | | |
|---|--------------------|
| h) Tests to verify the protection of the equipment against external effects due to weather and atmospheric agents: | Sub-clause 6.105 |
| i) Tests to verify the protection of the equipment against mechanical damage: | Sub-clause 5.101.3 |
| j) Tests to assess the effects of arcing due to an internal fault: | Sub-clause 6.106 |
| k) Tests to detect certain defects in the solid insulation of the equipment by the measurement of partial discharges: | Sub-clause 6.1.9 |

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

6.1 Dielectric tests

6.1.1 Ambient air conditions during tests

Refer to Sub-clause 6.1.1 of IEC Publication 694 with the following limitation:

Where the insulation of metal-enclosed switchgear and controlgear comprises atmospheric air, voltage tests shall be made in conditions as near as possible to the standard reference atmosphere. The application of correction factors for the air density and the humidity are allowed for the determination of the test voltage subject to agreement between manufacturer and user.

6.1.2 Wet test procedure

IEC Publication 694 is not applicable as no dielectric tests under wet conditions are necessary for metal-enclosed switchgear and controlgear.

6.1.3 Conditions of switchgear and controlgear during dielectric tests

Refer to Sub-clause 6.1.3 of IEC Publication 694 for those tests which are applicable.

6.1.4 Application of test voltages and test conditions

IEC Publication 694 is not applicable. Because of the great variety of designs, it is not feasible to give specific indications of the tests to be performed on the main circuit, but, in principle, they shall cover the following tests:

a) To earth and between phases

The test voltages specified in Sub-clause 6.1.5 shall be applied connecting each phase conductor of the main circuit in turn to the high-voltage terminal of the test supply. All other conductors of the main circuit and the auxiliary circuits are to be connected to the earthing conductor or the frame and to the earth terminal of the test supply.

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

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

Pour ces essais diélectriques, il est recommandé d'installer comme dans les conditions normales d'exploitation les transformateurs de courant, les déclencheurs directs ou indicateurs de surintensité éventuels et les boîtes d'extrémité de câbles (placées au besoin dans plusieurs configurations en cas de doute sur l'endroit le plus défavorable).

Pour vérifier la conformité avec les exigences du paragraphe 5.102.3 et du point *a*) du paragraphe 5.103.1, un feuillet métallique, de surface circulaire ou carrée aussi grande que possible mais n'excédant pas 100 cm², mis à la terre est appliqué, pendant la manœuvre ou la maintenance, à l'endroit le plus défavorable sur le côté accessible du regard, de la cloison ou du volet en matériau isolant. En cas de doute sur l'endroit le plus défavorable, l'essai est répété avec le feuillet appliqué à des endroits différents. Pour la commodité de l'essai, sous réserve d'un accord entre constructeur et utilisateur, il est possible d'appliquer simultanément plus d'un feuillet métallique ou de recouvrir de plus grandes parties du matériau isolant.

b) Sur la distance de sectionnement

Chaque distance de sectionnement du circuit principal est essayée aux tensions d'essai spécifiées au paragraphe 6.1.5. La distance de sectionnement peut s'entendre comme la distance entre les deux parties du circuit principal prévues pour être connectées par un appareil de connexion débroché ou retiré.

Si, dans la position de sectionnement, un volet métallique mis à la terre est interposé entre les contacts séparés en vue d'assurer un cloisonnement métallique, la distance entre le volet métallique mis à la terre et les parties actives tient seulement les tensions d'essai demandées à la terre.

Si, dans la position de sectionnement, il n'y a pas de volet ni de cloison métallique mis à la terre entre la partie fixe et la partie débrochable, les tensions d'essai spécifiées sur la distance de sectionnement sont appliquées:

- entre les contacts mobiles et les contacts fixes qui se correspondent, si, par inadvertance, les parties conductrices du circuit principal de la partie débrochable peuvent être touchées;
- entre les contacts fixes correspondant à un côté et les contacts fixes correspondant à l'autre côté, l'appareil de connexion de la partie débrochable étant fermé, si elles ne peuvent pas être touchées par inadvertance.

c) Essais complémentaires

Pour vérifier la conformité avec l'exigence du point *c*) du paragraphe 5.103.1, l'isolation entre les parties actives du circuit principal et le côté interne des cloisons ou volets en matériau isolant est soumise à une tension d'essai à fréquence industrielle égale à 150% de la tension assignée pendant 1 min après avoir recouvert d'un feuillet métallique mis à la terre la surface interne de la cloison ou du volet située en face de ces parties actives.

6.1.5 *Tensions d'essai*

Se référer au paragraphe 4.2.1 de la Publication 694 de la CEI.

Les tensions d'essai par rapport à la terre et entre phases sont choisies dans le tableau I, colonnes (2) ou (4) et (6), ou dans le tableau de l'annexe EE, colonnes (2) et (4). Les tensions d'essai sur la distance de sectionnement sont choisies dans le tableau I, colonnes (3) ou (5) et (7), ou dans le tableau de l'annexe EE, colonnes (3) et (5).

6.1.6 *Essais de tension de choc de foudre et de choc de manœuvre*

Se référer au paragraphe 6.1.6 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant le complément suivant:

L'appareillage sous enveloppe métallique est seulement soumis aux essais de tension de choc de foudre. Normalement, l'essai de tenue sous 15 chocs est appliqué. Cependant, dans le cas de

For these dielectric tests, current transformers, any direct overcurrent release or overcurrent indicator and the cable terminal boxes (placed, if necessary, in several configurations if in doubt about the most unfavourable situation) should be installed as in normal service.

In order to check compliance with the requirements of Sub-clause 5.102.3 and Item *a*) of Sub-clause 5.103.1 inspection windows, partitions and shutters of insulating material shall be covered on the side accessible during operation or maintenance, in the most unfavourable situation for the test, with a circular or square metal foil having an area as large as possible but not exceeding 100 cm², which shall be connected to earth. In case of doubt about the most unfavourable situation, the tests shall be repeated with different situations. For convenience of testing, subject to agreement between manufacturer and user, more than one metal foil may be applied simultaneously or larger parts of the insulating material may be covered.

b) Across the isolating distance

Each isolating distance of the main circuit shall be tested using the test voltages specified in Sub-clause 6.1.5. The isolating distance may be the distance between the two parts of the main circuit intended to be connected by a withdrawn or removed switching device.

If, in the disconnected position, an earthed metallic shutter is interposed between the disengaged contacts to assure a segregation, the gap between the earthed metallic shutter and the live parts shall withstand only the test voltages required to earth.

If, in the disconnected position, there is no earthed metallic shutter or partition between the fixed part and the withdrawable part, the test voltages specified across the isolating distance shall be applied:

- between the fixed and moving contacts intended to engage, if conductive parts of the main circuit of the withdrawable part can inadvertently be touched;
- between the fixed contacts on one side and the fixed contacts on the other side, with the switching device of the withdrawable part in the closed position, if they cannot inadvertently be touched.

c) Complementary tests

In order to check compliance with the requirement of Item *c*) of Sub-clause 5.103.1, the insulation between the live parts of the main circuit and the inside of insulating partitions or shutters shall be subjected to a power-frequency test voltage of 150% of the rated voltage for 1 min after covering the inner surface of the partition or shutter facing the live parts by an earthed metal foil.

6.1.5 Test voltages

Refer to Sub-clause 4.2.1 of IEC Publication 694.

The test voltages to earth and between phases shall be selected from Table I, columns (2) or (4) and (6), or the table of Appendix EE, columns (2) and (4). The test voltages across the isolating distance shall be selected from Table I, columns (3) or (5) and (7), or the table of Appendix EE, columns (3) and (5).

6.1.6 Lightning and switching impulse voltage tests

Refer to Sub-clause 6.1.6 of IEC Publication 694 with the addition of the following supplement:

Metal-enclosed switchgear and controlgear shall be subjected to lightning impulse voltage tests only. Normally, the fifteen-impulse withstand test shall be applied. However, in the case where

prédominance d'isolation non autorégénératrice, l'essai de tenue conventionnel aux chocs peut être appliqué selon accord entre constructeur et utilisateur afin d'éviter la possibilité d'endommager l'isolation solide.

Les transformateurs de tension, de puissance ou les fusibles peuvent être remplacés par des maquettes reproduisant la répartition du champ dû aux connexions de la haute tension.

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

Pendant les essais de tension aux chocs de foudre, la borne du générateur de choc raccordée à la terre est connectée à l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique, sauf que, pour les essais selon le point *b)* du paragraphe 6.1.4, l'enveloppe est, en cas de nécessité, isolée de la terre de telle façon que la tension entre une des parties actives et l'enveloppe n'excède pas la tension spécifiée au point *a)* du paragraphe 6.1.4.

6.1.7 *Essais de tension à la fréquence industrielle du circuit principal*

Se référer au paragraphe 6.1.7 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant le complément suivant:

Les circuits principaux de l'appareillage sous enveloppe métallique sont seulement soumis aux essais de tension à fréquence industrielle à sec.

Les transformateurs de tension, de puissance ou les fusibles peuvent être remplacés par des maquettes reproduisant la répartition du champ dû aux connexions de la haute tension. Les dispositifs de protection contre les surtensions peuvent être déconnectés ou enlevés.

Pendant les essais de tension à fréquence industrielle, une borne du transformateur d'essai est connectée à la terre et à l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique, sauf que, pour l'essai selon le point *b)* du paragraphe 6.1.4, le point milieu ou un autre point intermédiaire de la source de tension est en principe connecté à la terre et à l'enveloppe pour empêcher que la tension entre une des parties actives et l'enveloppe n'excède la tension spécifiée au point *a)* du paragraphe 6.1.4.

Si cela est impraticable, une borne du transformateur d'essai peut, avec l'accord du constructeur, être reliée à la terre et l'enveloppe est, si nécessaire, isolée de la terre.

6.1.8 *Essais de pollution artificielle*

La Publication 694 de la CEI n'est pas applicable.

6.1.9 *Essais de décharges partielles*

Se référer au paragraphe 6.1.9 de la publication 694 de la CEI et au paragraphe 24.5 de la Publication 466 de la CEI.

6.1.10 *Essais diélectriques des circuits auxiliaires et de commande*

Se référer au paragraphe 6.1.10 de la Publication 694 de la CEI qui est applicable à tous les circuits auxiliaires à basse tension.

Les enroulements secondaires des transformateurs de courant sont mis en court-circuit et déconnectés de la terre. Les enroulements secondaires des transformateurs de tension sont déconnectés.

non-self-restoring insulation predominates, the conventional impulse withstand test may be applied subject to agreement between manufacturer and user, so as to avoid possible damage to the solid insulation.

Voltage transformers, power transformers or fuses may be replaced by replicas reproducing the field configuration of the high-voltage connections.

Overvoltage protective devices shall be disconnected or removed. Current transformer secondaries shall be short-circuited and earthed. Current transformers with a low ratio may have their primaries short-circuited too.

During the lightning impulse voltage tests, the earthed terminal of the impulse generator shall be connected to the enclosure of the metal-enclosed switchgear and controlgear, except that during the tests in accordance with Item *b*) of Sub-clause 6.1.4 the enclosure shall, if necessary, be insulated from earth in order that the voltage appearing between any of the live parts and the enclosure will not exceed the test voltage specified in Item *a*) of Sub-clause 6.1.4.

6.1.7 *Power-frequency voltage tests on the main circuit*

Refer to Sub-clause 6.1.7 of IEC Publication 694 with the addition of the following supplement:

The main circuits of metal-enclosed switchgear and controlgear shall be subjected to power-frequency voltage tests in dry conditions only.

Voltage transformers, power transformers or fuses may be replaced by replicas reproducing the field configuration of the high-voltage connections. Overvoltage protective devices may be disconnected or removed.

During the power-frequency voltage tests, one terminal of the test transformer shall be connected to earth and to the enclosure of the metal-enclosed switchgear and controlgear, except that during the tests in accordance with Item *b*) of Sub-clause 6.1.4 the mid-point or another intermediate point of the voltage source should be connected to earth and to the enclosure in order that the voltage appearing between any of the live parts and the enclosure will not exceed the test voltage specified in Item *a*) of Sub-clause 6.1.4.

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

6.1.8 *Artificial pollution tests*

IEC Publication 694 is not applicable.

6.1.9 *Partial discharge tests*

Refer to Sub-clause 6.1.9 of IEC Publication 694 and to Sub-clause 24.5 of IEC Publication 466.

6.1.10 *Dielectric tests on auxiliary and control circuits*

Refer to Sub-clause 6.1.10 of IEC Publication 694 which is applicable to all low voltage auxiliary circuits.

Current transformer secondaries shall be short-circuited and disconnected from earth. Voltage transformer secondaries shall be disconnected.

6.2 *Essais de tension de perturbation radioélectrique*

La Publication 694 de la CEI n'est pas applicable.

6.3 *Essais d'échauffement*

Se référer au paragraphe 6.3 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant le complément suivant:

Quand il est prévu une possibilité de choix entre différents matériels ou différentes dispositions, l'essai est effectué avec les matériels ou dispositions donnant les conditions les plus sévères. L'unité fonctionnelle représentative est montée approximativement comme dans les conditions normales d'exploitation, avec toutes les enveloppes et les cloisons normales, tous les volets normaux, etc., et les capots et les portes fermés.

Les essais sont faits normalement avec le nombre des phases assignées et le courant assigné en service continu circulant d'une extrémité des barres omnibus aux bornes prévues pour la connexion des câbles.

Pour l'essai des unités fonctionnelles individuelles, les unités voisines sont en principe parcourues par un courant produisant les pertes prévues pour les conditions assignées. Il est admis de réaliser des conditions équivalentes à l'aide des résistances de chauffage ou d'une isolation thermique lorsque l'essai ne peut pas être effectué dans les conditions réelles.

Les échauffements des différents matériels s'entendent par rapport à la température de l'air ambiant extérieur à l'enveloppe et ils n'excèdent pas les valeurs spécifiées dans les normes dont ils relèvent. S'il n'est pas possible d'avoir une température constante de l'air ambiant, la température superficielle d'une enveloppe identique, placée dans les mêmes conditions d'air ambiant, peut être prise.

6.4 *Mesure de la résistance du circuit principal*

Se référer au paragraphe 6.4 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant l'alinéa suivant:

La résistance mesurée sur la totalité du circuit principal d'un ensemble d'appareillage sous enveloppe métallique indique le bon état du trajet du courant. Cependant, aucune tolérance ne peut être spécifiée.

6.5 *Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissibles*

Se référer au paragraphe 6.5 de la Publication 694 de la CEI.

6.5.101 *Essais des circuits principaux*

Les circuits principaux de l'appareillage sous enveloppe métallique sont soumis à des essais en vue de vérifier leur tenue au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissibles assignées, dans les conditions d'installation et d'emploi prévues, c'est-à-dire qu'ils sont essayés selon leur disposition dans l'appareillage sous enveloppe métallique, avec tous les matériels qui peuvent influencer les caractéristiques ou modifier le courant de court-circuit.

Il est recommandé d'effectuer de préférence les essais au courant de court-circuit en triphasé. La valeur efficace du courant de court-circuit pendant l'essai est obtenue en appliquant le courant de courte durée admissible assigné au circuit principal de l'appareillage sous enveloppe métallique.

Les connexions courtes et directes entre les circuits à grand courant de court-circuit et les appareils limiteurs de courant peuvent être essayées avec un courant de court-circuit réduit.

A l'exception des dispositifs de protection destinés à limiter l'intensité et la durée du courant de court-circuit, il y a lieu de veiller à ce qu'aucun dispositif de protection ne fonctionne. Les trans-

6.2 *Radio interference voltage (RIV) tests*

IEC Publication 694 is not applicable.

6.3 *Temperature-rise tests*

Refer to Sub-clause 6.3 of IEC Publication 694 with the addition of the following supplement:

Where the design provides alternative components or arrangements, the test shall be performed with those components or arrangements for which the most severe conditions are obtained. The representative functional unit shall be mounted approximately as in normal service, including all normal enclosures, partitions, shutters, etc. and the covers and doors closed.

The tests shall be made normally with the rated number of phases and the rated normal current flowing from one end of the length of busbars to the terminals provided for the connection of cables.

When testing individual functional units, the neighbouring units should carry the currents which produce the power loss corresponding to the rated conditions. It is admissible to simulate equivalent conditions by means of heaters or heat insulation, if the test cannot be performed under actual conditions.

The temperature rises of the different components shall be referred to the ambient air temperature outside the enclosure and shall not exceed the values specified for them in the relevant standards. If the ambient air temperature is not constant, the surface temperature of an identical enclosure may be taken under the same ambient conditions.

6.4 *Measurement of the resistance of the main circuit*

Refer to Sub-clause 6.4 of IEC Publication 694 with the addition of the following paragraph:

The measured resistance across the complete main circuit of an assembly of metal-enclosed switchgear and controlgear is indicative of the proper condition of the current path. However, no tolerance can be specified.

6.5 *Short-time and peak withstand current tests*

Refer to Sub-clause 6.5 of IEC Publication 694.

6.5.101 *Tests on main circuits*

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

The short-circuit current tests should preferably be carried out three-phase. The r.m.s. value of the short-circuit current during the test shall be obtained by applying the rated short-time withstand current to the main circuit of metal-enclosed switchgear and controlgear.

Short and direct connections between circuits having a high short-circuit current and current limiting devices may be tested with a reduced short-circuit current.

With the exception of protective devices which limit the value and the duration of the short-circuit current, it is necessary to ensure that no protective device operates. Current transformers

formateurs de courant et les déclencheurs éventuels sont installés, comme dans les conditions normales d'exploitation, en empêchant toutefois le fonctionnement des déclencheurs.

Les fusibles limiteurs éventuels sont munis des éléments de remplacement ayant le plus grand courant assigné spécifié.

Après l'essai, les matériels ou les conducteurs intérieurs de l'enveloppe n'accusent ni déformation ni détérioration nuisible au bon fonctionnement des circuits principaux.

6.5.102 *Essais des circuits de terre*

Les conducteurs de terre, les connexions de terre et les appareils de mise à la terre de l'appareillage sous enveloppe métallique sont soumis à des essais en vue de vérifier leur tenue au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissibles assignées dans les conditions de mise à la terre du neutre du réseau, c'est-à-dire qu'ils sont essayés selon leur disposition dans l'appareillage sous enveloppe métallique, avec tous les matériels qui peuvent influencer les caractéristiques ou modifier le courant de court-circuit.

Il est recommandé d'effectuer de préférence les essais des appareils de mise à la terre en triphasé.

S'il existe des parties amovibles, la connexion de terre entre la partie fixe et la partie amovible est essayée dans les conditions correspondant au défaut de terre. Le courant du défaut de terre circule entre le conducteur de terre et le cadre de la partie amovible. La connexion de terre entre deux parties amovibles, s'il y en a, est également essayée.

Une certaine déformation et détérioration du conducteur de terre, des connexions de terre ou des appareils de mise à la terre est acceptable après l'essai, mais la continuité du circuit est maintenue.

6.101 *Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure*

En vue de vérifier leurs pouvoirs assignés de fermeture et de coupure, les appareils de connexion faisant partie du circuit principal de l'appareillage sous enveloppe métallique sont essayés, conformément aux normes dont ils relèvent et dans les conditions propres d'installation et d'emploi, c'est-à-dire qu'ils sont essayés selon leur disposition normale dans l'appareillage sous enveloppe métallique avec tous les matériels dont la disposition peut influencer les caractéristiques telles que connexions, supports, dispositifs d'échappement, etc.

Note. — Lors de l'examen des matériels associés susceptibles d'influencer les caractéristiques, il est recommandé de porter une attention particulière aux forces mécaniques dues au court-circuit, à l'échappement des particules produites par l'arc à la possibilité d'une décharge disruptive, etc. Il est toutefois reconnu que l'influence de ces facteurs est négligeable dans certains cas.

6.102 *Essais de fonctionnement mécanique*

6.102.1 *Appareils de connexion et parties amovibles*

Les appareils de connexion sont manœuvrés 50 fois, et les parties amovibles embrochées 25 fois et débrochées 25 fois, pour vérifier le bon fonctionnement de l'équipement.

6.102.2 *Verrouillages*

Les verrouillages sont placés dans la position prévue pour empêcher la manœuvre des appareils de connexion et l'embrochage ou le débrochage des parties amovibles. Les appareils de connexion subissent 50 tentatives de manœuvre et les parties amovibles subissent 25 tentatives d'embrochage et 25 tentatives de débrochage. Pendant ces essais, on n'applique que l'effort de manœuvre normal et on ne se livre à aucun réglage sur les appareils de connexion, les parties amovibles ou les verrouillages.

and tripping devices which may be present shall be installed as in normal service, but with the release made inoperative.

Current limiting fuses, if any, shall be provided with fuse-links having the maximum rated current specified.

After the test no deformation or damage to components or conductors within the enclosure which may impair good operation of the main circuits shall have been sustained.

6.5.102 *Tests on earthing circuits*

Earthing conductors, earthing connections and earthing devices of metal-enclosed switchgear and controlgear shall be tested to verify their capability to withstand the rated short-time and peak withstand current under the neutral earthing condition of the system, i.e. they shall be tested as installed in the metal-enclosed switchgear and controlgear with all associated components influencing the performance or modifying the short-circuit current.

The short-circuit current tests with earthing devices should preferably be carried out three-phase.

When there are removable parts, the earthing connection between the fixed part and the removable part shall be tested under earth fault conditions. The earth fault current shall flow between the earthing conductor and the frame of the removable part. The earthing connection between two removable parts, if any, shall also be tested.

After the test some deformation and degradation of the earthing conductor, earthing connections or earthing devices is permissible, but the continuity of the circuit shall be preserved.

6.101 *Verification of making and breaking capacities*

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

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

6.102 *Mechanical operation tests*

6.102.1 *Switching devices and removable parts*

Switching devices shall be operated 50 times and removable parts inserted 25 times and withdrawn 25 times to verify satisfactory operation of the equipment.

6.102.2 *Interlocks*

The interlocks shall be set in the position intended to prevent the operation of the switching devices and the insertion or withdrawal of removable parts. Fifty attempts shall be made to operate the switching devices and 25 attempts shall be made to insert and 25 attempts to withdraw the removable parts. During these tests only normal operating forces shall be employed and no adjustment shall be made to the switching devices, removable parts or interlocks.

Les verrouillages sont considérés comme satisfaisants si

- a) on ne peut pas manœuvrer les appareils de connexion;
- b) on ne peut pas embrocher et débrocher les parties amovibles;
- c) les appareils de connexion, les parties amovibles et les verrouillages restent en bon état de fonctionnement et l'effort nécessaire à la manœuvre est pratiquement le même avant et après les essais.

6.103 Vérification du degré de protection

Les essais sont effectués suivant les exigences spécifiées à l'article 7 de la Publication 529 de la CEI pour le premier chiffre caractéristique correspondant.

On vérifie que les instruments d'essai selon le tableau II ne peuvent pas, soit

- causer un abaissement de la rigidité diélectrique du circuit principal au-dessous du niveau d'isolement assigné, ou
- toucher les parties en mouvement à l'intérieur de l'enveloppe, ou
- dans le cas de IP2X, entrer par des ouvertures de l'enveloppe ou de la cloison.

Cependant, l'essai est exécuté seulement en cas de doute sur l'observation de ces exigences.

TABLEAU II

Degré de protection	Instruments d'essai
IP2X	Doigt d'épreuve métallique normalisé (figure 1, page 78) et sphère rigide de $12,0^{+0,05}_{-0}$ mm de diamètre
IP3X	Fil d'acier rigide de $2,5^{+0}_{-0,05}$ mm de diamètre
IP4X	Fil d'acier rigide de $1,0^{+0}_{-0,05}$ mm de diamètre

6.104 Mesure des courants de fuite

Lorsque l'appareillage sous enveloppe métallique contient des cloisons ou des volets en matériau isolant, on effectue les essais suivants pour vérifier la conformité avec l'exigence du point d) du paragraphe 5.103.1

À la discrétion du constructeur, le circuit principal est connecté soit à une source triphasée à fréquence industrielle dont la tension est égale à la tension assignée de l'appareillage sous enveloppe métallique, une phase étant mise à la terre, soit à une source monophasée dont la tension est égale à la tension assignée, les parties actives du circuit principal étant connectées entre elles. Pour les essais en triphasé, trois mesures sont faites avec les différentes phases de la source reliées successivement à la terre. Dans le cas d'essais en monophasé, une seule mesure suffit.

Un feuillet métallique est appliqué à l'endroit le plus défavorable pour l'essai sur la surface accessible de l'isolant procurant la protection contre les contacts avec les parties actives. En cas de doute sur l'endroit le plus défavorable, l'essai est répété avec le feuillet appliqué à des endroits différents.

La surface de ce feuillet, approximativement circulaire ou carrée, est aussi grande que possible, mais n'excédant pas 100 cm². L'enveloppe et le cadre de l'appareillage sous enveloppe métallique sont mises à la terre. Le courant de fuite s'écoulant à la terre par le feuillet métallique est mesuré, l'isolant étant sec et propre.

The interlocks are considered to be satisfactory, if

- a) the switching devices cannot be operated;
- b) the insertion and withdrawal of the removable parts is prevented;
- c) the switching devices, removable parts and the interlocks are in proper working order and the effort to operate them is practically the same before and after the tests.

6.103 Verification of the degree of protection

The tests shall be performed in accordance with the requirements specified in Clause 7 of IEC Publication 529 for the appropriate first characteristic numeral.

It shall be verified that the test instruments according to Table II cannot either

- cause a lowering of the dielectric strength of the main circuit below the rated insulation level, or
- touch moving parts inside the enclosure, or
- in the case of IP2X pass through openings in the enclosure or partition.

The test shall, however, be made only, if in the case of doubt as to whether the requirements are met.

TABLE II

Degree of protection	Test instruments
IP2X	Standard metallic test finger (Figure 1, page 78) and rigid sphere of $12.0^{+0.05}_{-0}$ mm diameter
IP3X	Straight rigid steel wire of $2.5^{+0}_{-0.05}$ mm diameter
IP4X	Straight rigid steel wire of $1.0^{+0}_{-0.05}$ mm diameter

6.104 Measurement of leakage currents

When metal-enclosed switchgear and controlgear contain insulating partitions or shutters, the following tests shall be made in order to check compliance with the requirement of Item *d*) of Sub-clause 5.103.1.

The main circuit shall, at the discretion of the manufacturer, be connected either to a three-phase supply of power-frequency voltage equal to the rated voltage of the metal-enclosed switchgear and controlgear, with one phase connected to earth, or to a single-phase supply of a voltage equal to the rated voltage, the live parts of the main circuit being connected together. For three-phase tests, three measurements shall be made with the different phases of the supply successively connected to earth. In the case of single-phase tests, only one measurement is necessary.

A metal foil shall be placed in the most unfavourable situation for the test on the accessible surface of the insulation providing the protection against contact with live parts. In case of doubt about the most unfavourable situation, the test shall be repeated with different situations.

The metal foil shall be approximately circular or square, having an area as large as possible but not exceeding 100 cm². The enclosure and the frame of the metal-enclosed switchgear and controlgear shall be earthed. The leakage current flowing through the metal foil to earth shall be measured with the insulation dry and clean.

Si la valeur du courant de fuite mesurée dépasse 0,5 mA, la surface isolante n'assure pas la protection exigée par la présente norme.

Si le chemin sur la surface isolante est interrompu, comme indiqué au point *d*) du paragraphe 5.103.1, par d'étroits espaces de gaz ou de liquide, ces espaces sont pontés électriquement. Lorsque ces espaces sont prévus pour éviter le passage d'un courant de fuite entre les parties actives et les parties accessibles des cloisons et volets isolants, les espaces tiennent les tensions d'essai spécifiées au paragraphe 4.2.1 de la Publication 694 de la CEI pour les essais de tension à la terre et entre pôles.

La mesure des courants de fuite n'est pas nécessaire si des parties métalliques mises à la terre sont disposées de façon à assurer que les courants de fuite ne peuvent pas atteindre les parties accessibles des cloisons et volets isolants.

6.105 *Essai de protection contre les intempéries*

Après accord entre constructeur et utilisateur, un essai de protection contre les intempéries est effectué sur l'appareillage sous enveloppe métallique pour l'extérieur. L'annexe CC indique une méthode recommandée. L'essai tient compte également des effets de la neige propulsée par le vent.

6.106 *Arc dû à un défaut interne*

Cet essai est soumis à un accord entre constructeur et utilisateur. Si un tel essai est décidé, la procédure doit être conforme à celle qui est décrite dans l'annexe AA.

Note. — L'essai représente les effets d'un arc amorcé entièrement dans l'air atmosphérique à l'intérieur de l'enveloppe avec les portes et capots fermés, mais il ne peut pas couvrir tous les cas, particulièrement les défauts qui se produisent dans les matériels et/ou dans des milieux isolants autres que l'air atmosphérique.

SECTION SEPT — RÈGLES POUR ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE

7. Essais individuels de série

Les essais individuels de série sont effectués sur toutes les unités de transport et, chaque fois que cela est praticable, dans les usines du constructeur, en vue de s'assurer que la production est conforme à l'équipement sur lequel l'essai de type a été effectué.

Se référer à l'article 7 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant les essais individuels suivants:

- essais de fonctionnement mécanique: paragraphe 7.101
- essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques, hydrauliques: paragraphe 7.102
- vérification de l'exactitude de la filerie: paragraphe 7.103

Note. — Il peut être nécessaire de vérifier l'interchangeabilité des matériels de caractéristiques et de construction identiques (voir l'article 5).

7.1 *Essais de tension à la fréquence industrielle du circuit principal*

Se référer au paragraphe 7.1 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant le complément suivant:

L'appareillage sous enveloppe métallique est un ensemble de matériels dont chacun a déjà subi les essais individuels appropriés. Les essais, conformément au présent paragraphe, servent en principe à prouver les raccordements.

L'essai de tension à fréquence industrielle est effectué suivant les exigences du paragraphe 6.1.7. La tension d'essai, spécifiée au tableau I, colonne (6), de la Publication 694 de la CEI ou dans le

If the value of the leakage current measured is more than 0.5 mA, the insulating surface does not provide the protection required in this standard.

If, as indicated in Item *d*) of Sub-clause 5.103.1, the continuous path over insulating surfaces is broken by small gaps of gas or liquid, such gaps shall be shorted out electrically. If these gaps are incorporated to avoid the passage of the leakage current from live parts to accessible parts of insulating partitions and shutters, the gaps shall withstand the test voltages specified in Sub-clause 4.2.1 of IEC Publication 694 for voltage tests to earth and between poles.

It is not necessary to measure leakage currents, if earthed metal parts are arranged in an appropriate manner to ensure that leakage currents cannot reach the accessible parts of the insulating partitions and shutters.

6.105 *Weatherproofing test*

When agreed between manufacturer and user a weatherproofing test shall be made on metal-enclosed switchgear and controlgear intended for outdoor use. A recommended method is given in Appendix CC. This test also takes into account the effects of wind-driven snow.

6.106 *Arcing due to internal fault*

This test is subject to an agreement between the manufacturer and user. If such a test is agreed, the procedure shall be in accordance with that described in Appendix AA.

Note. — The test procedure represents the effects of an arc occurring entirely in atmospheric air within the enclosure when doors and covers are closed, but does not cover all cases, particularly those faults occurring within components and/or insulating media other than atmospheric air.

SECTION SEVEN — RULES FOR ROUTINE TESTS

7. **Routine tests**

The routine tests shall be made with each transport unit and, whenever practicable, at the manufacturer's works to ensure that the product is in accordance with the equipment on which the type test has been carried out.

Refer to Clause 7 of IEC Publication 694 with the addition of the following routine tests:

- | | |
|---|------------------|
| — mechanical operation tests: | Sub-clause 7.101 |
| — tests of auxiliary electrical, pneumatic and hydraulic devices: | Sub-clause 7.102 |
| — verification of the correct wiring: | Sub-clause 7.103 |

Note. — It may be necessary to verify the interchangeability of components of the same rating and construction (see Clause 5).

7.1 *Power-frequency voltage tests on the main circuit*

Refer to Sub-clause 7.1 of IEC Publication 694 with the addition of the following supplement:

The metal-enclosed switchgear and controlgear is an assembly of components which individually have been subjected to appropriate routine tests. The tests according to this sub-clause serve in principle, to prove the interconnections.

The power-frequency voltage test shall be performed according to the requirements in Sub-clause 6.1.7. The test voltage specified in Table I, column (6), of IEC Publication 694 or the table of

tableau de l'annexe EE, colonne (4), est appliquée en connectant successivement chaque conducteur de phase du circuit principal à la borne à haute tension de la source d'essai, les conducteurs des autres phases étant reliés à la terre et la continuité du circuit principal étant assurée (par exemple en fermant les appareils de connexion, ou d'une autre manière).

Note. — Sur demande spéciale de l'utilisateur, et en plus de ces essais individuels de série en usine du constructeur, des essais diélectriques à tension réduite peuvent être effectués après montage sur le site (voir annexe DD).

7.2 *Essais diélectriques des circuits auxiliaires et de commande*

Se référer au paragraphe 7.2 de la Publication 694 de la CEI.

7.3 *Mesure de la résistance du circuit principal*

La Publication 694 de la CEI n'est pas applicable. Selon accord entre constructeur et utilisateur, la chute de tension en courant continu ou la résistance de chaque phase du circuit principal est mesurée dans des conditions aussi proches que possible des conditions dans lesquelles l'essai de type correspondant a été effectué.

7.101 *Essais de fonctionnement mécanique*

Les essais de fonctionnement sont effectués pour s'assurer que les appareils de connexion et les parties amovibles satisfont aux conditions de manœuvre prescrites et que les verrouillages mécaniques fonctionnent correctement.

Pendant ces essais, qui sont effectués sans tension ni courant dans les circuits principaux, on vérifie en particulier que les appareils de connexion s'ouvrent et se ferment correctement dans les limites spécifiées de la tension et de la pression d'alimentation de leurs dispositifs de manœuvre.

Chaque appareil de connexion et chaque partie amovible est essayé comme il est spécifié au paragraphe 6.102, mais en effectuant seulement cinq manœuvres ou cinq tentatives de manœuvre dans chaque direction.

7.102 *Essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques et hydrauliques*

Les verrouillages électriques, pneumatiques et autres, et les dispositifs de commande à séquence de manœuvre prédéterminée sont essayés cinq fois de suite, dans les conditions prévues d'emploi et de fonctionnement, pour les valeurs limites les plus défavorables de la source auxiliaire. Pendant l'essai, on n'effectue aucun réglage.

Les essais sont considérés comme satisfaisants, si les dispositifs auxiliaires ont fonctionné correctement, s'ils sont en bon état de fonctionnement après les essais et si l'effort nécessaire à la manœuvre est pratiquement le même avant et après les essais.

7.103 *Vérification de l'exactitude de la filerie*

On vérifie que la filerie est conforme au schéma des connexions intérieures.

SECTION HUIT — INFORMATION GÉNÉRALE

8. **Guide pour le choix des appareils de connexion selon le service**

Pour une certaine contrainte en service, l'appareillage sous enveloppe métallique est choisi en tenant compte des caractéristiques assignées individuelles de ses matériels qu'exigent les conditions en charge normale et les conditions en cas de défaut.

Appendix EE, column (4), shall be applied connecting each phase conductor of the main circuit in turn to the high-voltage terminal of the test supply, with the other phase conductors connected to earth, and the continuity of the main circuit assured (e.g. by closing the switching devices or otherwise).

Note. — On special request by the user and in addition to these routine tests at manufacturer's premises, dielectric tests with a reduced test voltage may be performed after erection on site (see Appendix DD).

7.2 *Dielectric tests on auxiliary and control circuits*

Refer to Sub-clause 7.2 of IEC Publication 694.

7.3 *Measurement of the resistance of the main circuit*

IEC Publication 694 is not applicable. Subject to agreement between manufacturer and user the d.c. voltage drop or resistance of each phase of the main circuit shall be measured under conditions as nearly as possible similar to those under which the corresponding type test was carried out.

7.101 *Mechanical operation tests*

Operation tests are made to ensure that the switching devices and removable parts comply with the prescribed operating conditions and that the mechanical interlocks work properly.

During these tests which are performed without voltage on or current in the main circuits, it shall be verified in particular, that the switching devices open and close correctly within the specified limits of the supply voltage and pressure of their operating devices.

Each switching device and each removable part shall be tested as specified in Sub-clause 6.102, but substituting five operations or five attempts in each direction.

7.102 *Tests of auxiliary electrical, pneumatic and hydraulic devices*

The electrical, pneumatic and other interlocks together with control devices having a predetermined sequence of operation shall be tested five times in succession in the intended conditions of use and operation and with the most unfavourable limit values of auxiliary supply. During the test no adjustment shall be made.

The tests are considered to be satisfactory, if the auxiliary devices have operated properly, if they are in good operating condition after the tests and if the effort to operate them is practically the same before and after the tests.

7.103 *Verification of the correct wiring*

It shall be verified that the wiring conforms with the diagram.

SECTION EIGHT — GENERAL INFORMATION

8. **Guide to the selection of switching devices for service**

For a given duty in service, metal-enclosed switchgear and controlgear is selected by considering the individual rated values of their components required by normal load conditions and in the case of fault conditions.

Il est souhaitable que les caractéristiques assignées soient choisies comme le propose cette norme en tenant compte des caractéristiques du réseau et de ses extensions présumées. La liste complète des caractéristiques assignées est indiquée à l'article 4.

On doit aussi considérer d'autres paramètres tels que les conditions locales atmosphériques et climatiques et l'utilisation à des altitudes dépassant 1 000 m.

Les contraintes imposées par les conditions en cas de défaut devront être déterminées en calculant les courants de défaut à l'endroit où l'installation de l'appareillage sous enveloppe métallique est prévue dans le réseau.

9. Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes

9.101 Renseignements dans les appels d'offres et les commandes

En faisant un appel d'offre ou en passant commande d'une installation d'appareillage sous enveloppe métallique, les renseignements suivants seront fournis par le demandeur:

1. Caractéristiques propres au réseau:

Tension nominale et tension la plus élevée, fréquence, modalités de mise à la terre du neutre.

2. Conditions de service:

Les températures minimale et maximale de l'air ambiant; toutes conditions divergeant des conditions normales de service ou nuisant au fonctionnement satisfaisant de l'équipement, telles que, par exemple, l'exposition inhabituelle à la vapeur, à l'humidité, aux fumées, aux gaz explosifs, à la poussière excessive ou au sel; le risque de tremblements de terre ou d'autres vibrations dues à des causes extérieures à l'équipement à livrer.

3. Caractéristiques de l'installation et de ses matériels:

- a) Installation pour l'intérieur ou l'extérieur.
- b) Nombre de phases.
- c) Nombre de barres omnibus.
- d) Tension assignée.
- e) Niveau d'isolement assigné.
- f) Courants assignés en service continu des barres omnibus et des circuits d'alimentation.
- g) Courant de courte durée admissible (I_{th}).
- h) Durée assignée du court-circuit (si elle est différente de 1 s).
- i) Valeur de crête du courant admissible assigné (si elle est différente de $2,5 I_{th}$).
- j) Valeurs assignées des matériels.
- k) Degré de protection de l'enveloppe et des cloisons.
- l) Schémas de circuit.
- m) Type d'appareillage sous enveloppe métallique (par exemple, blindé, compartimenté ou bloc).

4. Caractéristiques des dispositifs de manœuvre:

- a) Type des dispositifs de manœuvre.
- b) Tension assignée d'alimentation (si nécessaire).
- c) Fréquence assignée d'alimentation (si nécessaire).
- d) Pression assignée d'alimentation (si nécessaire).
- e) Exigences spéciales de verrouillage.

En plus de ces alinéas, le demandeur indiquera toute condition qui peut influencer la soumission ou la commande, telle que, par exemple, les conditions particulières de montage ou de l'érection, l'emplacement des connexions externes à haute tension ou les règles pour les réservoirs de pression.

It is desirable that the rated values are chosen as suggested in this standard regarding the characteristics of the system as well as its anticipated future development. The complete list of ratings is given in Clause 4.

Other parameters such as local atmospheric and climatic conditions and the use at altitudes exceeding 1 000 m are also to be considered.

The duty imposed by fault conditions should be determined by calculating the fault currents at the place where the metal-enclosed switchgear and controlgear is to be located in the system.

9. Information to be given with enquiries, tenders and orders

9.101 Information with enquiries and orders

When enquiring for or ordering an installation of metal-enclosed switchgear and controlgear the following information should be supplied by the enquirer:

1. Particulars of the system:

Nominal and highest voltage, frequency, type of system neutral earthing.

2. Service conditions:

Minimum and maximum ambient air temperature; any condition deviating from the normal service conditions or affecting the satisfactory operation of the equipment, as for example the unusual exposure to vapour, moisture, fumes, explosive gases, excessive dust or salt; the risk of earth tremors or other vibrations due to causes external to the equipment to be delivered.

3. Particulars of the installation and its components:

- a) Indoor or outdoor installation.
- b) Number of phases.
- c) Number of busbars.
- d) Rated voltage.
- e) Rated insulation level.
- f) Rated normal currents of busbars and feeder circuits.
- g) Rated short-time withstand current (I_{th}).
- h) Rated duration of short circuit (if different from 1s).
- i) Rated peak withstand current (if different from $2.5 I_{th}$).
- j) Rated values of components.
- k) Degree of protection for the enclosure and partitions.
- l) Circuit diagrams.
- m) Type of metal-enclosed switchgear and controlgear (e.g. metal-clad, compartmented or cubicle).

4. Particulars of the operating devices:

- a) Type of operating devices.
- b) Rated supply voltage (if any).
- c) Rated supply frequency (if any).
- d) Rated supply pressure (if any).
- e) Special interlocking requirements.

Beyond these items the enquirer should indicate every condition which might influence the tender or the order, as, for example, special mounting or erection conditions, the location of the external high-voltage connections or the rules for pressure vessels.

On indiquera si des essais de type spéciaux sont demandés.

9.102 Renseignements pour les soumissions

En principe, les renseignements suivants sont donnés par le constructeur, si applicable, avec les notices descriptives et les plans:

1. Valeurs et caractéristiques assignées telles qu'énumérées au point 3 du paragraphe 9.101.
2. Sur demande, certificats ou comptes rendus d'essai de type.
3. Détails de construction, par exemple:
 - a) Poids de l'unité de transport la plus lourde.
 - b) Dimensions hors tout de l'installation.
 - c) Disposition des connexions externes.
 - d) Dispositifs à prévoir pour le transport et le montage.
 - e) Mesures à prévoir pour le montage.
 - f) Renseignements concernant le fonctionnement et la maintenance.
4. Caractéristiques des dispositifs de manœuvre:
 - a) Types et valeurs assignées telles qu'énumérées au point 4 du paragraphe 9.101.
 - b) Courant ou puissance nécessaire pour la manœuvre.
 - c) Temps de manœuvre.
 - d) Quantité de gaz ramenée à la pression atmosphérique nécessaire pour la manœuvre.
5. Liste des pièces détachées recommandées qu'en principe l'utilisateur se procure.

10. Règles pour le transport, stockage, l'érection et la maintenance

Se référer à l'article 10 de la Publication 694 de la CEI.

10.1 Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'érection

Se référer au paragraphe 10.1 de la Publication 694 de la CEI.

10.2 Erection (montage)

Se référer au paragraphe 10.2 de la Publication 694 de la CEI.

10.3 Maintenance

Se référer au paragraphe 10.3 de la Publication 694 de la CEI en ajoutant l'alinéa suivant:

Si, pour certaines opérations de maintenance, des écrans isolants provisoires sont nécessaires, ces écrans sont fournis par le constructeur, qui donne également des renseignements sur leur utilisation. Ces écrans isolants répondent à l'exigence du paragraphe 5.103.1. Ces écrans et leurs supports ont une tenue mécanique suffisante pour éviter le contact accidentel avec des parties actives.

Note. — Les écrans isolants prévus seulement pour la protection mécanique ne sont pas soumis à la présente norme.

Information should be supplied if special type tests are required.

9.102 *Information with tenders*

The following information, if applicable, should be given by the manufacturer with descriptive matters and drawings:

1. Rated values and characteristics as enumerated in Item 3) of Sub-clause 9.101.
2. Type test certificates or reports on request.
3. Constructional features, for example:
 - a) Mass of the heaviest transport unit.
 - b) Overall dimensions of the installation.
 - c) Arrangement of the external connections.
 - d) Facilities for transport and mounting.
 - e) Mounting provisions.
 - f) Instructions for operation and maintenance.
4. Particulars of the operating devices:
 - a) Types and rated values as enumerated in Item 4) of Sub-clause 9.101.
 - b) Current or power for operation.
 - c) Operating times.
 - d) Quantity of free gas for operation.
5. List of recommended spare parts which should be procured by the user.

10. **Rules for transport, storage, erection and maintenance**

Refer to Clause 10 of IEC Publication 694.

10.1 *Conditions during transport, storage and erection*

Refer to Sub-clause 10.1 of IEC Publication 694.

10.2 *Erection (mounting)*

Refer to Sub-clause 10.2 of IEC Publication 694.

10.3 *Maintenance*

Refer to Sub-clause 10.3 of IEC Publication 694 with the addition of the following paragraph:

If, for certain maintenance purposes, temporary inserted insulating screens are required, these screens shall be supplied by the manufacturer who shall also give advice about their use. Such insulating screens shall meet the requirements of Sub-clause 5.103.1. They and their supports shall have sufficient mechanical strength to avoid incidental touching of live parts.

Note. — Insulating screens provided for mechanical protection only are not subject to this standard.

ANNEXE AA
DÉFAUT INTERNE

TABLEAU AAI

Emplacements, causes et exemples de mesures à prendre pour diminuer la probabilité de défaut interne ou réduire le risque

Emplacements préférentiels où l'arc peut s'amorcer (1)	Causes possibles des défauts internes (2)	Exemples de mesures (3)
Boîtes à câbles	Conception inadéquate	Choisir des dimensions suffisantes
	Installation défectueuse	Eviter de croiser les câbles. Contrôle de la main-d'œuvre sur le site.
	Défaut d'isolement solide ou liquide (défaut ou manque d'isolant)	Contrôle de la main-d'œuvre et/ou essai diélectrique sur le site. Vérification régulière du niveau des liquides.
Sectionneurs Interrupteurs Sectionneurs de terre	Fausse manœuvre	Verrouillages (voir paragraphe 5.105). Réouverture retardée. Manœuvre manuelle indépendante. Pouvoir de fermeture sur court-circuit pour les interrupteurs et sectionneurs de terre. Instructions au personnel.
Connexions boulonnées et contacts	Corrosion	Utilisation des revêtements anticorrosion et/ou graisse. Enrobage si possible.
	Assemblage défectueux	Contrôle de la main-d'œuvre par une méthode appropriée.
Transformateurs de mesure	Ferro-résonance	Eviter ces influences électriques par une conception convenable des circuits.
Disjoncteurs	Manque d'entretien	Entretien régulier sur programme. Instructions au personnel.
Tous emplacements	Erreur commise par le personnel	Limitation d'accès par compartimentage. Enrobage isolant des parties actives. Instructions au personnel.
	Vieillesse diélectrique	Essai individuel en décharge partielle.
	Pollution, humidité, pénétration de poussière, insectes, etc.	Mesures à prendre pour s'assurer que les conditions de service spécifiées sont respectées (voir article 2).
	Surtensions	Protection contre la foudre. Coordination d'isolement convenable. Essais diélectriques sur site.

APPENDIX AA
INTERNAL FAULT

TABLE AAI

Locations, causes and examples of measures decreasing the probability of internal faults or reducing the risk

Locations where internal faults are more likely to occur (1)	Possible causes of internal faults (2)	Examples of measures (3)
Cable boxes	Inadequate design	Selection of adequate dimensions.
	Faulty installation	Avoidance of crossed cable connections. Checking of workmanship on site.
	Failure of solid or liquid insulation (defective or missing)	Checking of workmanship and/or dielectric test on site. Regular checking of liquid levels.
Disconnectors Switches Earthing switches	Mal-operation	Interlocks (see Sub-clause 5.105). Delayed reopening. Independent manual operation. Making capacity for switches and earthing switches. Instructions to personnel.
Bolted connections and contacts	Corrosion	Use of corrosion inhibiting coatings and/or greases. Encapsulation, where possible.
	Faulty assembly	Checking of workmanship by suitable means.
Instrument transformers	Ferroresonance	Avoidance of these electrical influences by suitable design of the circuit.
Circuit-breakers	Insufficient maintenance	Regular programmed maintenance. Instructions to personnel.
All locations	Error by personnel	Limitation of access by compartmentation. Insulation embedded live parts. Instructions to personnel.
	Ageing under electric stresses	Partial discharge routine tests.
	Pollution, moisture, ingress of dust, vermin, etc.	Measures to ensure that the specified service conditions are achieved (see Clause 2).
	Overvoltages	Lightning protection. Adequate insulation co-ordination. Dielectric tests on site.

TABLEAU AAI

Exemples de mesures de limitation des conséquences d'un défaut interne

- Durée de déclenchement très brève obtenue par détecteur sensible à la lumière, à la pression ou à l'échauffement ou par protection différentielle du jeu de barres
- Utilisation des fusibles appropriés, associés à des appareils de connexion pour limiter le courant de passage et la durée du défaut
- Manœuvre à distance
- Clapets de détente

MÉTHODE POUR ESSAYER L'APPAREILLAGE SOUS ENVELOPPE MÉTALLIQUE DANS DES CONDITIONS D'ARC DUES À UN DÉFAUT INTERNE

AA1. Introduction

L'amorçage d'arc à l'intérieur de l'appareillage sous enveloppe métallique est accompagné par divers phénomènes physiques.

Par exemple, l'énergie d'arc résultant d'un arc développé dans l'air atmosphérique provoquera une surpression interne et de forts échauffements locaux représentant pour l'équipement des contraintes mécaniques et thermiques. En outre, certains matériaux se trouvant à l'intérieur de l'enveloppe peuvent engendrer des produits de décomposition à température élevée sous forme de gaz ou de vapeur se dégageant vers l'extérieur de l'enveloppe.

Cette norme tient compte de la surpression interne agissant sur les capots, portes, regards, etc., ainsi que de l'effet thermique de l'arc ou de son point d'amorçage sur l'enveloppe et de l'expulsion de gaz chauds et des particules incandescentes, mais pas des dommages causés sur les cloisons et les volets. En conséquence, elle ne couvre pas tous les effets qui peuvent constituer un risque, par exemple la formation de gaz toxiques. En outre, l'essai ne simule que des situations dans lesquelles des portes et capots sont fermés et correctement verrouillés.

AA2. Classes d'accessibilité

Il faut distinguer deux classes d'accessibilité correspondant aux conditions d'essai mentionnées aux paragraphes AA5.3.2 et AA5.3.3. L'enveloppe peut avoir des classes d'accessibilité différentes sur ses différentes faces.

Classe A: Appareillage sous enveloppe métallique avec accessibilité limitée au personnel autorisé.

Classe B: Appareillage sous enveloppe métallique avec accessibilité libre, y compris au public.

AA3. Montage d'essai

Le choix des unités fonctionnelles, leur nombre, leur équipement, leur position dans la salle, ainsi que le point d'amorçage de l'arc doivent être décidés bilatéralement. Dans tous les cas, les points suivants doivent être respectés:

- L'essai est en principe effectué sur une unité fonctionnelle qui n'a jamais auparavant été soumise à l'arc;

TABLE AAI

Examples of measures limiting the consequences of internal faults

- Rapid fault clearance times initiated by detectors sensitive to light, pressure or heat or by a differential busbar protection
- Application of suitable fuses in combination with switching devices to limit the let-through current and fault duration
- Remote control
- Pressure relief flaps

METHOD FOR TESTING THE METAL-ENCLOSED SWITCHGEAR AND CONTROL GEAR UNDER CONDITIONS OF ARCING DUE TO AN INTERNAL FAULT**AA1. Introduction**

The occurrence of arcs inside metal-enclosed switchgear and controlgear is coupled with various physical phenomena.

For example, the arc energy resulting from an arc developed in air at atmospheric pressure will cause an internal overpressure and local overheating, which will result in mechanical and thermal stressing of the equipment. Moreover, the materials involved may produce hot decomposition products, either gaseous or vaporous, which may be discharged to the outside of the enclosure.

This standard makes allowance for internal overpressure acting on covers, doors, inspection windows, etc., and also takes into consideration the thermal effects of the arc or its roots on the enclosure and of ejected hot gases and glowing particles, but not damage to partitions and shutters. Consequently, it does not cover all effects which may constitute a risk, such as toxic gases. Moreover, the test procedure only simulates situations when doors and covers are closed and correctly secured.

AA2. Types of accessibility

A distinction is made between the two types of accessibility corresponding to the different test conditions given in Sub-clauses AA5.3.2 and AA5.3.3. The enclosure may have different types of accessibility on its various sides.

Type A: Metal-enclosed switchgear and controlgear with accessibility restricted to authorized personnel only.

Type B: Metal-enclosed switchgear and controlgear with unrestricted accessibility, including that of the general public.

AA3. Test arrangements

The choice of the functional units, their number, their equipment and their position in the room, as well as the place of initiation of the arc are to be decided upon in consultation. In each case, the following points shall be observed:

- the test should be carried out on a functional unit not previously subjected to arcing;

- en principe les conditions de montage s'approchent le plus possible des conditions normales de service. Pour représenter le local, il convient de simuler au moins le plancher, le plafond, deux murs perpendiculaires et les caniveaux de câbles;
- l'unité fonctionnelle devra être complètement équipée. Il est permis d'utiliser des éléments de remplacement de matériels intérieurs à condition que leur volume et la matière de leur partie externe soient identiques à ceux de l'original;
- l'unité à essayer est mise à la terre à l'endroit prévu;
- l'amorçage d'arc ne se fait pas dans des conditions ne correspondant pas aux conditions de service.

AA4. Courant et tension appliqués

AA4.1 Généralités

Dans l'appareillage sous enveloppe métallique, il convient d'effectuer les essais en triphasé. Le courant de court-circuit appliqué pendant l'essai doit être spécifié par le constructeur. Cette valeur peut être égale ou inférieure au courant de courte durée assigné.

AA4.2 Tension

La tension appliquée sur le circuit d'essai est en principe égale à la tension assignée de l'appareillage sous enveloppe métallique. Une tension inférieure à cette valeur peut être choisie si les conditions suivantes sont respectées.

- a) le courant reste pratiquement sinusoïdal;
- b) l'arc ne s'éteint pas prématurément.

AA4.3 Courant

AA4.3.1 Composante alternative

Le courant de court-circuit spécifié pour le cas d'arc de l'appareillage sous enveloppe métallique est en principe réglé avec une tolérance de +5% -0%. Ces tolérances s'appliquent au courant présumé seulement si la tension appliquée est égale à la tension assignée. Le courant rest en principe constant.

Note. — Si la station d'essai ne peut pas satisfaire cette condition, la durée d'essai sera allongée jusqu'au moment où l'intégrale de la composante alternative du courant devient égale à la valeur spécifiée avec une tolérance de +10% -0%. Dans ce cas, le courant est en principe égal à la valeur spécifiée au moins pendant les trois premières demi-périodes et ne descend pas en dessous de 50% de la valeur spécifiée à la fin de l'essai.

AA4.3.2 Composante aperiodique

Le moment de la fermeture est en principe choisi de telle façon que la valeur de crête du courant présumé (avec une tolérance de +5% -0%) parcourant une des phases extrêmes soit 2,5 fois la valeur efficace de la composante alternative définie au paragraphe AA4.3.1 et qu'une grande boucle de courant soit simultanément présente dans l'autre phase extrême. Si la tension est inférieure à la tension assignée, la valeur de crête du courant de court-circuit pour l'appareillage sous enveloppe métallique en essai n'est en principe pas inférieure à 90% de la valeur de crête présumée.

AA4.4 Fréquence

Pour une fréquence assignée de 50 Hz ou 60 Hz, la fréquence au début de l'essai se situe entre 48 Hz et 62 Hz. Pour d'autres fréquences, la variation par rapport à la valeur assignée n'excède pas $\pm 10\%$.

- the mounting conditions should be as close as possible to those of normal service. The room should be represented at least by the floor, the ceiling, two perpendicular walls and the cable ducts;
- the functional unit should be fully equipped. Mock-ups of internal components are permitted provided they have the same volume and external material as the original items;
- the test unit shall be earthed at the point provided;
- the arc shall not be initiated in such a way that it can be considered unrealistic in service conditions.

AA4. Current and voltage applied

AA4.1 General

The tests on metal-enclosed switchgear and controlgear should be carried out three-phase. The short-circuit current applied during the test is to be stated by the manufacturer. It may be equal to or lower than the rated short-time withstand current.

AA4.2 Voltage

The applied voltage of the test circuit should be equal to the rated voltage of the metal-enclosed switchgear and controlgear. A lower voltage may be chosen if the following conditions are met:

- a) the current remains practically sinusoidal;
- b) the arc is not extinguished prematurely.

AA4.3 Current

AA4.3.1 A.C. component

The short-circuit current, for which the metal-enclosed switchgear and controlgear is specified with respect to arcing should be set within a +5% –0% tolerance. These tolerances apply to the prospective current only if the applied voltage is equal to the rated voltage. The current should remain constant.

Note. — If the test plant does not permit this, the test should be extended until the integral of the a.c. component of the current equals the value specified within a tolerance of +10% –0%. In this case, the current should be equal to the specified value at least during the first three half-cycles and should not be less than 50% of the specified value at the end of the test.

AA4.3.2 D.C. component

The instant of closing should be chosen so that the prospective value of the peak current (with a tolerance of +5% –0%) flowing in one of the outer phases is 2.5 times the r.m.s. value of the a.c. component, defined in Sub-clause AA4.3.1, and so that a major loop also occurs in the other outer phase. If the voltage is lower than the rated voltage, the peak value of the short-circuit current for the metal-enclosed switchgear and controlgear under test should not drop below 90% of the prospective peak value.

AA4.4 Frequency

At a rated frequency of 50 Hz or 60 Hz, the frequency at the beginning of the test should be between 48 Hz and 62 Hz. At other frequencies it should not deviate from the rated value by more than $\pm 10\%$.

AA4.5 *Durée d'essai*

La durée d'arc est choisie en relation avec la durée probable de l'arc déterminée par les dispositifs de protection.

Note. — Il est recommandé de ne pas dépasser une durée d'arc de 1 s pour un courant de court-circuit inférieur ou égal à 25 kA. Au-dessus de 25 kA, elle correspond en principe aux conditions de service de l'équipement.

Quand on veut essayer l'appareillage sous enveloppe métallique muni des clapets de détente, uniquement pour prouver sa résistance vis-à-vis de la pression, une durée d'arc de 0,1 s est généralement suffisante.

Note. — Il n'est généralement pas possible de calculer la durée d'arc permise pour un courant différent du courant d'essai. La pression maximale pendant l'essai ne diminue généralement pas avec la diminution de la durée d'arc et il n'existe pas de règle générale d'après laquelle la durée d'arc permise peut être augmentée en cas de courant d'essai plus faible.

AA5. Procédure d'essai

AA5.1 *Circuit d'alimentation*

Le point neutre n'est mis à la terre que dans le cas de l'appareillage sous enveloppe métallique utilisé dans un réseau avec le point neutre directement mis à la terre.

Il faut veiller à ce que les connexions n'influencent pas les conditions d'essai.

A l'intérieur de l'enveloppe, l'arc peut généralement être alimenté depuis deux directions: la direction à choisir est celle qui semble donner la contrainte la plus élevée.

AA5.2 *Amorçage de l'arc*

L'arc est en principe amorcé entre les phases par un fil métallique d'environ 0,5 mm de diamètre ou, dans le cas où les conducteurs de phases sont séparés par des éléments métalliques mis à la terre, entre une phase et la terre.

Dans les unités fonctionnelles où les parties actives sont couvertes par un isolant solide, l'arc est en principe amorcé entre deux phases voisines à des jointures ou des fentes des parties enrobées d'isolant. L'alimentation est triphasée, afin de permettre au défaut de se transformer en un défaut triphasé.

Note. — L'arc n'est pas amorcé en perforant l'isolant solide.

Le point d'amorçage est choisi de telle manière que l'arc produise les plus grandes contraintes dans l'unité fonctionnelle. En cas de doute, il peut s'avérer nécessaire de soumettre l'unité fonctionnelle à plusieurs essais.

AA5.3 *Indicateurs (pour constater l'effet thermique des gaz)*

AA5.3.1 *Généralités*

Les indicateurs sont des morceaux de tissu en coton noir, disposés de telle façon que leurs bords ne soient pas dirigés vers l'unité à essayer. Il faut faire attention à ce qu'un indicateur ne puisse pas enflammer l'autre. Cela peut être obtenu en les plaçant par exemple dans des cadres de montage en tôle d'acier (voir figure 4, page 81). Les dimensions de l'indicateur sont en principe d'environ 150 mm × 150 mm.

AA5.3.2 *Accessibilité classe A*

Il est recommandé de disposer les indicateurs verticalement du côté de l'opérateur de l'appareillage sous enveloppe métallique et, s'il y a lieu, des côtés qui sont accessibles facilement au personnel.

AA4.5 *Duration of the test*

The arc duration is chosen in relation to the probable duration of the arc, determined by the protection facilities.

Note. — The arc duration should not exceed 1 s up to an initial symmetrical short-circuit current of 25 kA. Above 25 kA it should be consistent with the service conditions of the equipment.

For testing metal-enclosed switchgear and controlgear provided with pressure relief flaps, merely for proving its resistance to pressure, an arc duration of 0.1 s is generally sufficient.

Note. — It is in general not possible to calculate the permissible arc duration for a current which differs from that used in the test. The maximum pressure during the test will generally not decrease with a shorter arcing time and there is no universal rule according to which the permissible arc duration may be increased with a lower test current.

AA5. Test procedure

AA5.1 *Supply circuit*

The neutral is only earthed in the case of metal-enclosed switchgear and controlgear to be operated in a solidly earthed system.

Care shall be taken in order that the connections do not alter the test conditions.

Generally, inside the enclosure, the arc may be fed from two directions: the direction to be chosen is the one likely to result in the highest stress.

AA5.2 *Arc initiation*

The arc should be initiated between the phases by means of a metal wire of about 0.5 mm diameter or in the case of segregated phase conductors between one phase and earth.

In functional units where the live parts are covered by solid insulating material, the arc should be initiated between two adjacent phases at joints or gaps of the insulation-embedded parts. The infeed from the supply circuit shall be three-phase to allow the fault to become three-phase.

Note. — The arc shall not be initiated by perforating the solid insulation.

The point of initiation shall be chosen so that the effects of the resultant arc produce the highest stresses in the functional unit. In case of doubt it may be necessary to make more than one test on each functional unit.

AA5.3 *Indicators (for observing the thermal effects of gases)*

AA5.3.1 *General*

Indicators are pieces of black cotton cloth so arranged that their cut edges do not point toward the test unit. Care shall be taken to see that they cannot ignite each other. This is achieved by fitting them, for example, in a mounting frame of steel sheet (see Figure 4, page 81). The indicator dimensions should be about 150 mm × 150 mm.

AA5.3.2 *Accessibility Type A*

Indicators should be fitted vertically at the operator's side of the metal-enclosed switchgear and controlgear and, if applicable, at sides which are readily accessible to personnel.

Ils sont en principe placés jusqu'à une hauteur de 2 m et à une distance de 30 cm \pm 5% de l'appareillage sous enveloppe métallique face à tous les points d'où les gaz peuvent s'échapper (par exemple joints, regards, portes). S'il y a un risque que les gaz puissent être déviés par les murs voisins ou le plafond, on place également des indicateurs horizontalement, à une hauteur de 2 m au-dessus du plancher et distants de 30 cm à 80 cm de l'appareillage sous enveloppe métallique.

Pour les indicateurs, il convient d'utiliser la cretonne noire (tissu coton 150 g/m² environ).

AA5.3.3 *Accessibilité classe B*

Il est recommandé de disposer les indicateurs verticalement de tous les côtés accessibles de l'appareillage sous enveloppe métallique.

Ils sont en principe placés jusqu'à une hauteur de 2 m et à une distance de 10 cm \pm 5% de l'appareillage sous enveloppe métallique face à tous les points d'où les gaz peuvent s'échapper (par exemple joints, regards, portes). S'il y a un risque que les gaz puissent être déviés par les murs voisins ou le plafond, on place également des indicateurs horizontalement à une hauteur de 2 m au-dessus du plancher et distants de 10 cm à 80 cm de l'appareillage sous enveloppe métallique. Si la hauteur de l'unité à essayer est inférieure à 2 m, on place également des indicateurs horizontalement sur les capots supérieurs à proximité des indicateurs verticaux.

Pour l'appareillage sous enveloppe métallique de plus de 2 m de haut, les indicateurs sur les capots supérieurs peuvent être supprimés. A la place, il convient de disposer des indicateurs horizontalement à environ 2 m du plancher à une distance de 10 cm à 80 cm de tous les côtés de l'appareillage sous enveloppe métallique.

Pour les indicateurs, il convient d'utiliser la batiste noire coton-linon (40 g/m² environ).

AA6. **Interprétation de l'essai**

Les critères ci-dessous prennent en compte les effets d'arc mentionnés dans l'article AA1. Le demandeur de l'essai décide du ou des critères qui seront en principe pour l'interprétation des résultats d'essai.

On devra noter:

Critère n° 1

Si les portes, capots, etc., normalement verrouillés ne se sont pas ouverts.

Critère n° 2

Si certaines parties (de l'appareillage sous enveloppe métallique) qui peuvent présenter un danger n'ont pas été projetées. Cela comprend des parties de grandes dimensions ou à arêtes vives, par exemple regards, clapets de détente, plaques de capot, etc., en métal ou matériau synthétique.

Critère n° 3

Si l'arc, par brûlure ou autres effets, ne crée pas d'ouvertures dans les parties extérieures de l'enveloppe dont l'accessibilité est libre.

Critère n° 4

Si les indicateurs disposés verticalement (paragraphe AA5.3) ne sont pas enflammés. Il ne faut pas tenir compte de l'inflammation des indicateurs par la brûlure des étiquettes ou de la peinture.