

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD**

Publication 694

Première édition – First edition

1980

Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension

Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards



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 694

Première édition – First edition
1980

Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension

Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards

Mots clés: appareillage à haute tension, exigences; essais.

Key words: high-voltage switchgear and controlgear, requirements; testing.



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 Varembé
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Conditions normales et spéciales de service	8
2.1 Conditions normales de service	8
2.2 Conditions spéciales de service	10
3. Définitions	10
4. Caractéristiques assignées	12
4.1 Tension assignée	12
4.2 Niveau d'isolement assigné	12
4.3 Fréquence assignée	18
4.4 Courant assigné en service continu et échauffement	18
4.5 Courant de courte durée admissible assigné	26
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné	26
4.7 Durée de court-circuit assignée	26
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	26
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	28
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour la manœuvre	28
5. Conception et construction	28
5.1 Prescriptions pour les liquides utilisés dans les appareils de connexion	28
5.2 Prescriptions pour les gaz utilisés dans les appareils de connexion	30
5.3 Raccordement à la terre des appareils de connexion	30
5.4 Equipements auxiliaires	30
5.5 Fermeture dépendante à source d'énergie extérieure	32
5.6 Fermeture à accumulation d'énergie	32
5.7 Fonctionnement des déclencheurs	34
5.8 Verrouillages à basse et à haute pression	36
5.9 Plaques signalétiques	36
6. Essais de type	36
6.1 Essais diélectriques	38
6.2 Essais de tension de perturbation radioélectrique	46
6.3 Essais d'échauffement	50
6.4 Mesure de la résistance du circuit principal	56
6.5 Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissibles	56
7. Essais individuels de série	60
7.1 Essais de tenue à la tension à fréquence industrielle à sec du circuit principal	60
7.2 Essais de tenue à la tension des circuits auxiliaires et de commande	62
7.3 Mesure de la résistance du circuit principal	62
8. Guide pour le choix des appareils de connexion selon le service	62
9. Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes	62
10. Règles pour le transport, le stockage, l'installation et la maintenance	62
10.1 Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation	64
10.2 Installation	64
10.3 Maintenance	66
ANNEXE A - Calcul des facteurs de correction des conditions atmosphériques	70
ANNEXE B - Détermination de la valeur efficace équivalente d'un courant de courte durée admissible pendant un court-circuit d'une durée donnée	72
FIGURES	74

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	9
2. Normal and special service conditions	9
2.1 Normal service conditions	9
2.2 Special service conditions	11
3. Definitions	11
4. Rating	13
4.1 Rated voltage	13
4.2 Rated insulation level	13
4.3 Rated frequency	19
4.4 Rated normal current and temperature rise	19
4.5 Rated short-time withstand current	27
4.6 Rated peak withstand current	27
4.7 Rated duration of short-circuit	27
4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and auxiliary circuits	27
4.9 Rated supply frequency of operating devices and auxiliary circuits	29
4.10 Rated pressure of compressed gas supply for operation	29
5. Design and construction	29
5.1 Requirements for liquids in switchgear and controlgear	29
5.2 Requirements for gases in switchgear and controlgear	31
5.3 Earthing of switching devices	31
5.4 Auxiliary equipment	31
5.5 Dependent power closing	33
5.6 Stored energy closing	33
5.7 Operation of releases	35
5.8 Low and high pressure interlocking devices	37
5.9 Nameplates	37
6. Type tests	37
6.1 Dielectric tests	39
6.2 Radio interference voltage (r.i.v.) test	47
6.3 Temperature-rise tests	51
6.4 Measurement of the resistance of the main circuit	57
6.5 Short-time withstand current and peak withstand current tests	57
7. Routine tests	61
7.1 Power-frequency voltage withstand dry tests on the main circuit	61
7.2 Voltage withstand tests on auxiliary and control circuits	63
7.3 Measurement of the resistance of the main circuit	63
8. Guide to the selection of switching devices for service	63
9. Information to be given with enquiries, tenders and orders	63
10. Rules for transport, storage, erection and maintenance	63
10.1 Conditions during transport, storage and erection	65
10.2 Erection	65
10.3 Maintenance	67
APPENDIX A – Calculation of atmospheric correction factors	71
APPENDIX B – Determination of the equivalent r.m.s. value of a short-time current during a short-circuit of a given duration	73
FIGURES	74

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CLAUSES COMMUNES POUR LES NORMES DE L'APPAREILLAGE
À HAUTE TENSION**

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 17A: Appareillage à haute tension, du Comité d'Etudes N° 17 de la CEI: Appareillage.

Des projets furent discutés lors de la réunion tenue à Moscou en 1977. A la suite de cette réunion, les projets furent diffusés selon la Procédure Accélérée et soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en octobre 1978, en tant que documents 17A(Bureau Central)129, 130 et 131.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du document 17A(Bureau Central)129:

Afrique du Sud (République d')	Danemark	Norvège
Allemagne	Espagne	Pays-Bas
Australie	Etats-Unis d'Amérique	Pologne
Autriche	Finlande	Royaume-Uni
Belgique	France	Suède
Canada	Italie	Suisse
Chine	Japon	Turquie

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du document 17A(Bureau Central)130:

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMON CLAUSES FOR HIGH-VOLTAGE
SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR STANDARDS

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 17A. High-voltage Switchgear and Controlgear, of IEC Technical Committee No. 17: Switchgear and Controlgear.

Drafts were discussed at the meeting held in Moscow in 1977. As a result of this meeting, drafts were circulated under the Accelerated Procedure and submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in October 1978 as Documents 17A(Central Office)129, 130 and 131.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication of Document 17A(Central Office)129:

Australia	France	South Africa (Republic of)
Austria	Germany	Spain
Belgium	Italy	Sweden
Canada	Japan	Switzerland
China	Netherlands	Turkey
Denmark	Norway	United Kingdom
Finland	Poland	United States of America

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication of Document 17A(Central Office)130:

Australia	Germany	Sweden
Austria	Italy	Switzerland
Belgium	Japan	Turkey
Canada	Netherlands	Union of Soviet Socialist Republics
China	Norway	United Kingdom
Denmark	Poland	United States of America
Finland	South Africa (Republic of)	
France	Spain	

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du document 17A(Bureau Central)131:

Afrique du Sud (République d')	Espagne	Pologne
Allemagne	Finlande	Royaume-Uni
Australie	France	Suède
Autriche	Italie	Suisse
Belgique	Japon	Turquie
Canada	Norvège	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Chine	Pays-Bas	
Danemark		

Le Comité national des Etats-Unis d'Amérique a émis un vote défavorable au sujet du document 17A(Bureau Central)131 parce que les essais au courant de courte durée admissible figurant au paragraphe 6.5.2 ne correspondent pas à la pratique en cours aux Etats-Unis d'Amérique.

Les autres projets furent discutés lors de la réunion tenue à Sydney en 1979. A la suite de cette réunion, un projet, document 17A(Bureau Central)136, 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')	Chine	Nouvelle-Zélande
Allemagne	Danemark	Pays-Bas
Australie	Espagne	Pologne
Autriche	Finlande	Suède
Belgique	France	Suisse
Brésil	Italie	Turquie
Canada	Norvège	

Le Comité national des Etats-Unis d'Amérique a émis un vote défavorable au sujet du document 17A(Bureau Central)136 car le concept des clauses communes a été étendu à des domaines de produits particuliers et également parce que son adoption aux Etats-Unis affecterait certains aspects importants de la fiabilité des réseaux.

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n ^{os} 38:	Tensions normales de la CEI.
50(441):	Vocabulaire Electrotechnique International, Chapitre 441: Appareillage. (Doit être remplacée par la Publication 50(443), à l'étude.)
59:	Courants normaux de la CEI.
60:	Techniques des essais à haute tension.
71-1:	Coordination de l'isolement, Première partie: Termes, définitions, principes et règles.
71-2:	Coordination de l'isolement, Deuxième partie: Guide d'application.
71-3:	Coordination de l'isolement, Troisième partie: Coordination de l'isolement entre phases. Principes, règles et guide d'application. (A l'étude.)
85:	Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service.
117-1:	Symboles graphiques recommandés; symboles graphiques, Première partie: Nature de courant, systèmes de distribution, modes de connexion et éléments de circuits.
270:	Mesure des décharges partielles.
296:	Spécification des huiles isolantes neuves pour transformateurs et interrupteurs.
376:	Spécifications et réception de l'hexafluorure de soufre neuf.
480:	Guide relatif au contrôle de l'hexafluorure de soufre (SF ₆) prélevé sur le matériel électrique.
507:	Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif.

Publication du C.I.S.P.R. citée dans la présente norme:

Publication n ^o 16:	Spécification du C.I.S.P.R. pour les appareils et les méthodes de mesure des perturbations radioélectriques.
--------------------------------	--

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication of Document 17A(Central Office)131:

Australia	Germany	Spain
Austria	Italy	Sweden
Belgium	Japan	Switzerland
Canada	Netherlands	Turkey
China	Norway	Union of Soviet
Denmark	Poland	Socialist Republics
Finland	South Africa (Republic of)	United Kingdom
France		

The National Committee of the United States of America has voted negatively on Document 17A(Central Office)131 because the short-time withstand current tests in Sub-clause 6.5.2 do not recognize practice in the United States of America.

The remaining drafts were discussed at the meeting held in Sydney in 1979. As a result of this meeting a draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1979 as Document 17A(Central Office)136.

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

Australia	Finland	Poland
Austria	France	South Africa (Republic of)
Belgium	Germany	Spain
Brazil	Italy	Sweden
Canada	Netherlands	Switzerland
China	New Zealand	Turkey
Denmark	Norway	

The National Committee of the United States of America has voted against the Document 17A(Central Office)136 because the concept of common requirements has been carried to uncommon product areas and also because adoption in the United States would influence some important system reliabilities.

Other IEC publications quoted in this standard:

Publications Nos. 38:	IEC Standard Voltages.
50(441):	International Electrotechnical Vocabulary, Chapter 441: Switchgear and Controlgear. (To be replaced by Publication 50(443), under consideration.)
59:	IEC Standard Current Ratings.
60:	High-voltage Test Techniques.
71-1:	Insulation Co-ordination, Part 1: Terms, Definitions, Principles and Rules.
71-2:	Insulation Co-ordination, Part 2: Application Guide.
71-3:	Insulation Co-ordination, Part 3: Phase-to-phase Insulation Co-ordination. Principles, Rules and Application Guide. (Under consideration.)
85:	Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electric Machinery and Apparatus in Relation to Their Thermal Stability in Service.
117-1:	Recommended Graphical Symbols; Graphical Symbols, Part 1: Kind of Current, Distribution Systems, Methods of Connection and Circuit Elements.
270:	Partial Discharge Measurements.
296:	Specification for New Insulating Oils for Transformers and Switchgear.
376:	Specification and Acceptance of New Sulphur Hexafluoride.
480:	Guide to the Checking of Sulphur Hexafluoride (SF ₆) Taken from Electrical Equipment.
507:	Artificial Pollution Tests on High-voltage Insulators to be Used on A.C. Systems.

C.I.S.P.R. publication quoted in this standard:

Publication No. 16:	C.I.S.P.R. Specification for Radio Interference Measuring Apparatus and Measuring Methods.
---------------------	--

CLAUSES COMMUNES POUR LES NORMES DE L'APPAREILLAGE À HAUTE TENSION

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique à l'appareillage à courant alternatif prévu pour être installé à l'intérieur ou à l'extérieur et pour fonctionner à des fréquences de service inférieures ou égales à 60 Hz, sur des réseaux de tension supérieure à 1 000 V.

Cette norme s'applique à tout l'appareillage à haute tension, sauf spécification contraire dans les normes particulières de la CEI pour le type considéré d'appareillage.

2. Conditions normales et spéciales de service

Sauf spécification contraire, l'appareillage à haute tension, y compris les dispositifs de commande et équipements auxiliaires qui en font partie intégrante, est prévu pour être utilisé à ses caractéristiques assignées dans les conditions normales de service énumérées au paragraphe 2.1.

Lorsque les conditions réelles de service diffèrent des conditions normales de service, l'appareillage à haute tension ainsi que les dispositifs de commande et les équipements auxiliaires qui y sont associés devront être conçus pour satisfaire à toutes les conditions spéciales de service fixées par l'utilisateur, sinon des dispositions appropriées devront être prises en conséquence (voir paragraphe 2.2).

Note. - Il convient également de prendre des mesures appropriées pour assurer le fonctionnement correct d'autres matériels tels que les relais dans de telles conditions.

2.1 Conditions normales de service

2.1.1 Appareillage pour l'intérieur

- a) La température de l'air ambiant n'excède pas 40 °C et sa valeur moyenne, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas 35 °C.

La température minimale de l'air ambiant est de -5 °C pour la classe «moins 5 intérieur» et de -25 °C pour la classe «moins 25 intérieur».

- b) L'altitude n'excède pas 1 000 m.
- c) L'air ambiant ne contient pratiquement pas de poussière, de fumée, de gaz et vapeurs corrosifs ou inflammables, ou de sel.
- d) Les conditions d'humidité sont à l'étude mais, en attendant, les chiffres suivants peuvent être utilisés comme guide:
- la valeur moyenne de l'humidité relative, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas 95%,
 - la valeur moyenne de la pression de vapeur, sur une période de 24 h, n'excède pas 22 mbar,
 - la valeur moyenne de l'humidité relative, sur une période d'un mois, n'excède pas 90%,

COMMON CLAUSES FOR HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR STANDARDS

1. Scope

This standard applies to a.c. switchgear and controlgear, designed for indoor and outdoor installation and for operation at service frequencies up to and including 60 Hz on systems having voltages above 1 000 V.

This standard applies to all high-voltage switchgear and controlgear except as otherwise specified in the relevant IEC standards for the particular type of switchgear and controlgear.

2. Normal and special service conditions

Unless otherwise specified, high-voltage switchgear and controlgear, including the operating devices and the auxiliary equipment which form an integral part of it, is intended to be used at its rated characteristics under the normal service conditions listed in Sub-clause 2.1.

If the actual service conditions differ from these normal service conditions, high-voltage switchgear and controlgear and associated operating devices and auxiliary equipment shall be designed to comply with any special service conditions required by the user, or appropriate arrangements shall be made (see Sub-clause 2.2).

Note. - Appropriate action should also be taken to ensure proper operation under such conditions of other components, such as relays.

2.1 Normal service conditions

2.1.1 Indoor switchgear and controlgear

- a) The ambient air temperature does not exceed 40 °C and its average value, measured over a period of 24 h, does not exceed 35 °C.

The minimum ambient air temperature is -5 °C for class 'minus 5 indoor' and -25 °C for class 'minus 25 indoor'.

- b) The altitude does not exceed 1 000 m.
- c) The ambient air is not significantly polluted by dust, smoke, corrosive or flammable gases, vapours or salt.
- d) The conditions of humidity are under consideration but, in the meantime, the following figures can be used as a guide:
- the average value of the relative humidity, measured during a period of 24 h, does not exceed 95%,
 - the average value of the vapour pressure, for a period of 24 h, does not exceed 22 mbar,
 - the average value of the relative humidity, for a period of one month, does not exceed 90%,

- la valeur moyenne de la pression de vapeur, sur une période d'un mois, n'excède pas 18 mbar.

Dans ces conditions, des condensations peuvent occasionnellement se produire.

Notes 1. - La condensation est à prévoir dans les lieux où de brusques variations de température en période de grande humidité risquent de se produire.

2. - Pour supporter les effets d'une humidité élevée et d'une condensation occasionnelle, tels que le claquage de l'isolation ou la corrosion des parties métalliques, on peut utiliser un appareillage pour l'intérieur prévu pour de telles conditions et essayé en conséquence, ou un appareillage pour l'extérieur.

3. - La condensation peut être empêchée par une conception spéciale du bâtiment ou de l'enveloppe, par une ventilation et un chauffage appropriés du poste ou par l'utilisation de déshumidificateurs.

e) Les vibrations dues à des causes externes à l'appareillage ou à des tremblements de terre sont négligeables.

2.1.2 Appareillage pour l'extérieur

a) La température de l'air ambiant n'excède pas 40 °C et sa valeur moyenne, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas 35 °C.

La température minimale de l'air ambiant est de -25 °C pour la classe «moins 25 extérieur» et de -40 °C pour la classe «moins 40 extérieur».

b) L'altitude n'excède pas 1 000 m.

c) Pollution de l'air ambiant (classification à l'étude).

d) La couche de glace n'excède pas 1 mm pour la classe 1, 10 mm pour la classe 10 et 20 mm pour la classe 20.

e) La pression du vent n'excède pas 700 Pa (correspondant à une vitesse de vent de 34 m/s).

f) Pour l'installation à l'extérieur, il y a lieu de tenir compte de la présence de condensation ou de pluie, des changements rapides de température et des effets du rayonnement solaire.

Note. - Cela ne signifie pas que l'appareillage pour l'installation à l'extérieur pourra supporter le courant nominal en service continu dans toutes les conditions de rayonnement solaire sans que les limites d'échauffement spécifiées soient dépassées. Si nécessaire, des mesures appropriées devront être prises, par exemple mise à l'abri, ventilation forcée, etc.

g) Les vibrations dues à des causes externes à l'appareillage ou à des tremblements de terre sont négligeables.

2.2 Conditions spéciales de service

Par accord entre constructeur et utilisateur, l'appareillage à haute tension peut être utilisé dans des conditions différant des conditions normales de service indiquées au paragraphe 2.1. Pour toute condition spéciale de service, il y a lieu de consulter le constructeur.

Notes 1. - Pour une isolation interne, les caractéristiques diélectriques sont les mêmes, quelle que soit l'altitude, et il n'y a pas à prendre de précautions spéciales. Pour les définitions d'isolation externe et interne, voir la Publication 71-1 de la CEI.

2. - Pour le matériel auxiliaire à basse tension, aucune précaution spéciale n'est à prendre si l'altitude est inférieure à 2 000 m.

3. Définitions

Pour les définitions des termes généraux utilisés dans la présente publication, le lecteur est invité à se reporter à la Publication 50(441) de la CEI. (Doit être remplacée par la Publication 50(443), à l'étude.)

- the average value of the vapour pressure, for a period of one month, does not exceed 18 mbar.

For these conditions, condensation may occasionally occur.

Notes 1. - Condensation can be expected where sudden temperature changes occur in periods of high humidity.

2. - To withstand the effects of humidity and occasional condensation, such as breakdown of insulation or corrosion of metallic parts, indoor switchgear, designed for such conditions and tested accordingly, or outdoor switchgear may be used.
3. - Condensation may be prevented by special design of the building or housing, by suitable ventilation and heating of the station or by the use of dehumidifying equipment.

e) Vibrations due to causes external to the switchgear and controlgear or earth tremors are negligible.

2.1.2 Outdoor switchgear and controlgear

a) The ambient air temperature does not exceed 40°C and its average value, measured over a period of 24 h, does not exceed 35°C.

The minimum ambient air temperature is -25°C for class 'minus 25 outdoor' and -40°C for class 'minus 40 outdoor'.

b) The altitude does not exceed 1 000 m.

c) Ambient air pollution (classification is under consideration).

d) The ice coating does not exceed 1 mm for Class 1, 10 mm for Class 10 and 20 mm for Class 20.

e) The wind pressure does not exceed 700 Pa (corresponding to 34 m/s wind speed).

f) Account should be taken of the presence of condensation or rain, rapid temperature changes, and the effects of solar radiation.

Note. - This does not imply that outdoor switchgear and controlgear will carry its rated normal current under all conditions of solar radiation without exceeding the specified temperature rise. When required, appropriate measures shall be taken, e.g. roofing, forced ventilation, etc.

g) Vibrations due to causes external to the switchgear and controlgear or earth tremors are negligible.

2.2 Special service conditions

By agreement between manufacturer and user, high-voltage switchgear and controlgear may be used under conditions different from the normal service conditions given in Sub-clause 2.1. For any special service condition, the manufacturer shall be consulted.

Notes 1. - For internal insulation, the dielectric characteristics are identical at any altitude and no special precautions need be taken. For definitions of external and internal insulation see IEC Publication 71-1.

2. - For low-voltage auxiliary equipment, no special precautions need be taken if the altitude is lower than 2 000 m.

3. Definitions

For the definitions of general terms used in this publication, reference is made to IEC Publication 50(441). (To be replaced by Publication 50(443), under consideration.)

4. Caractéristiques assignées

Les caractéristiques assignées communes pour l'appareillage, y compris les dispositifs de commande et l'équipement auxiliaire, sont en principe choisies parmi les caractéristiques suivantes:

- a) Tension assignée.
- b) Niveau d'isolement assigné.
- c) Fréquence assignée.
- d) Courant assigné en service continu.
- e) Courant de courte durée admissible assigné.
- f) Valeur de crête du courant admissible assigné.
- g) Durée admissible assignée du courant de court-circuit.
- h) Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires.
- i) Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires.
- j) Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour la manœuvre.

Note. - D'autres caractéristiques assignées peuvent être nécessaires et seront spécifiées dans les normes particulières de la CEI.

4.1 Tension assignée

La tension assignée correspond à la limite supérieure de la tension la plus élevée des réseaux pour lesquels l'appareillage est prévu. Les valeurs normales de la tension assignée sont indiquées ci-dessous:

Note. - Pour des raisons d'ordre rédactionnel qui concernent principalement les tensions transitoires de rétablissement, la subdivision en gammes de tension est différente de celle de la Publication 38 de la CEI et de la Publication 71 de la CEI.

4.1.1 Pour les tensions assignées inférieures ou égales à 72,5 kV

Série I 3,6 kV - 7,2 kV - 12 kV - 17,5 kV - 24 kV - 36 kV - 52 kV - 72,5 kV.

Série II 4,76 kV - 8,25 kV - 15 kV - 15,5 kV - 25,8 kV - 38 kV - 48,3 kV - 72,5 kV.

Note. - Série I 50 et 60 Hz.

Série II 60 Hz, basée sur la pratique courante aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada.

4.1.2 Pour les tensions assignées supérieures à 72,5 kV

100 kV - 123 kV - 145 kV - 170 kV - 245 kV - 300 kV - 362 kV - 420 kV - 525 kV - 765 kV.

Note. - La valeur de 550 kV est aussi utilisée, ainsi que des valeurs comprises entre 765 kV et 800 kV.

4.2 Niveau d'isolement assigné

Le niveau d'isolement assigné d'un appareil de connexion doit être choisi parmi les valeurs indiquées dans les tableaux suivants: I, II, III et IV. Les valeurs de la tension de tenue des tableaux I, II, III, IV correspondent aux conditions atmosphériques normales de référence (température, pression et humidité) spécifiées dans la Publication 60 de la CEI.

4. Rating

The common ratings of switchgear and controlgear including their operating devices and auxiliary equipment should be selected from the following:

- a) Rated voltage.
- b) Rated insulation level.
- c) Rated frequency.
- d) Rated normal current.
- e) Rated short-time withstand current.
- f) Rated peak withstand current.
- g) Rated duration of short circuit.
- h) Rated supply voltage of closing and opening devices and of auxiliary circuits.
- i) Rated supply frequency of closing and opening devices and of auxiliary circuits.
- j) Rated pressure of compressed gas supply for operation.

Note. – Other rated characteristics may be necessary and will be specified in the relevant IEC standards.

4.1 Rated voltage

The rated voltage indicates the upper limit of the highest voltage of systems for which the switchgear and controlgear is intended. Standard values of rated voltages are given below:

Note. – For editorial reasons, mainly due to the characteristics of the transient recovery voltages, the subdivision in voltage ranges differs from that in IEC Publication 38 and IEC Publication 71.

4.1.1 For rated voltages of 72.5 kV and below

Series I 3.6 kV - 7.2 kV - 12 kV - 17.5 kV - 24 kV - 36 kV - 52 kV - 72.5 kV.

Series II 4.76 kV - 8.25 kV - 15 kV - 15.5 kV - 25.8 kV - 38 kV - 48.3 kV - 72.5 kV.

Note. – Series I 50 Hz and 60 Hz.

Series II 60 Hz, based on current practice in the United States of America and Canada.

4.1.2 For rated voltages above 72.5 kV

100 kV - 123 kV - 145 kV - 170 kV - 245 kV - 300 kV - 362 kV - 420 kV - 525 kV - 765 kV.

Note. – The value 550 kV is also used, as well as values between 765 kV and 800 kV.

4.2 Rated insulation level

The rated insulation level shall be selected from the values given in the following Tables I, II, III and IV. The withstand voltage values in Tables I, II, III and IV apply at the standard reference atmosphere (temperature, pressure and humidity) specified in IEC Publication 60.

4.2.1 Tensions assignées jusqu'à 72,5 kV inclus

Deux séries figurent dans les tableaux I et II; la série I (tableau I) est basée sur la pratique courante de la plupart des pays d'Europe et de plusieurs autres pays. La série II (tableau II) est basée principalement sur la pratique courante des Etats-Unis d'Amérique et du Canada.

Il est recommandé de choisir entre la liste 1 et la liste 2 du tableau I en considérant le degré d'exposition aux surtensions de foudre et de manœuvre, le mode de mise à la terre du neutre du réseau et éventuellement le type d'appareil de protection contre les surtensions (voir la Publication 71 de la CEI).

TABLEAU I

Série I (basée sur la pratique courante de la plupart des pays d'Europe et de plusieurs autres pays)

Tension assignée U (valeur efficace)	Tension de tenue assignée aux chocs de foudre (valeur de crête)				Tension de tenue assignée à fréquence industrielle durant 1 min (valeur efficace)	
	Liste 1		Liste 2		A la terre, entre pôles et entre bornes de l'appareil de connexion ouvert (kV)	Sur la distance de sectionnement (kV)
	A la terre, entre pôles et entre bornes de l'appareil de connexion ouvert (kV)	Sur la distance de sectionnement (kV)	A la terre, entre pôles et entre bornes de l'appareil de connexion ouvert (kV)	Sur la distance de sectionnement (kV)		
(kV)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
3,6	20	23	40	46	10	12
7,2	40	46	60	70	20	23
12	60	70	75	85	28	32
17,5	75	85	95	110	38	45
24	95	110	125	145	50	60
36	145	165	170	195	70	80
52	-	-	250	290	95	110
72,5	-	-	325	375	140	160

Note. - Les valeurs de la tension de tenue «sur la distance de sectionnement» dans le tableau I ne sont valables que pour les appareils de connexion dont la distance d'isolement entre contacts ouverts est prévue pour satisfaire aux prescriptions de sécurité spécifiées pour les sectionneurs.

TABLEAU II

Série II (basée sur la pratique courante aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada, seulement pour 60 Hz)

A l'étude.

4.2.1 *Rated voltages up to and including 72.5 kV*

In Tables I and II, two series are given; Series I (Table I) is based on current practice in most European and several other countries. Series II (Table II) is mainly based on current practices in the United States of America and Canada.

The choice between lists 1 and 2 of Table I should be made by considering the degree of exposure to lightning and switching overvoltages, the type of system of neutral earthing and, where applicable, the type of overvoltage protective device (see IEC Publication 71).

TABLE I

Series I (based on current practice in most European and several other countries)

Rated voltage U (r.m.s. value)	Rated lightning impulse withstand voltage (peak value)				Rated 1 min power-frequency withstand voltage (r.m.s. value)	
	List 1		List 2			
	To earth, between poles and across open switching device	Across the isolating distance	To earth, between poles and across open switching device	Across the isolating distance	To earth, between poles and across open switching device	Across the isolating distance
(kV)	(kV)	(kV)	(kV)	(kV)	(kV)	(kV)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
3.6	20	23	40	46	10	12
7.2	40	46	60	70	20	23
12	60	70	75	85	28	32
17.5	75	85	95	110	38	45
24	95	110	125	145	50	60
36	145	165	170	195	70	80
52	-	-	250	290	95	110
72.5	-	-	325	375	140	160

Note. - The withstand voltage values "across the isolating distance" in Table I are valid only for the switching devices where the clearance between open contacts is designed to meet the safety requirements specified for disconnectors.

TABLE II

Series II (based on current practice in the United States of America and Canada, for 60 Hz only)

Under consideration.

4.2.2 Tensions assignées de 100 kV à 245 kV

Les tensions doivent être choisies à partir des valeurs du tableau III en adoptant des valeurs de tensions de tenue aux chocs de foudre et de tensions de tenue à fréquence industrielle situées sur la même ligne.

Pour le choix entre les variantes correspondant à une même tension assignée, voir la Publication 71 de la CEI.

TABLEAU III

Tension assignée <i>U</i> (valeur efficace) (kV)	Tension de tenue assignée aux chocs de foudre (valeur de crête)		Tension de tenue assignée à fréquence industrielle durant 1 min (valeur efficace)	
	A la terre, entre pôles et entre bornes de l'appareil de connexion ouvert (kV)	Sur la distance de sectionnement (kV)	A la terre, entre pôles et entre bornes de l'appareil de connexion ouvert (kV)	Sur la distance de sectionnement (kV)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
100	380 450	440 520	150 185	175 210
123	450 550	520 630	185 230	210 265
145	550 650	630 750	230 275	265 315
170	650 750	750 860	275 325	315 375
245	850 950 1 050	950 1 050 1 200	360 395 460	415 460 530

Note. - Les valeurs de la tension de tenue «sur la distance de sectionnement» dans le tableau III ne sont valables que pour les appareils de connexion dont la distance d'isolement entre contacts ouverts est prévue pour satisfaire aux prescriptions de sécurité spécifiées pour les sectionneurs.

4.2.2 *Rated voltages from 100 kV to 245 kV*

The voltages shall be selected from values given in Table III using the lightning impulse withstand voltage and the power-frequency withstand voltage value of the same line.

For the choice between the alternative values for the same rated voltage, see IEC Publication 71.

TABLE III

Rated voltage <i>U</i> (r.m.s. value)	Rated lightning impulse withstand voltage (peak value)		Rated 1 min power-frequency withstand voltage (r.m.s. value)	
	To earth, between poles and across open switching device	Across the isolating distance	To earth, between poles and across open switching device	Across the isolating distance
(kV)	(kV)	(kV)	(kV)	(kV)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
100	380 450	440 520	150 185	175 210
123	450 550	520 630	185 230	210 265
145	550 650	630 750	230 275	265 315
170	650 750	750 860	275 325	315 375
245	850 950 1 050	950 1 050 1 200	360 395 460	415 460 530

Note. - The withstand voltage values "across the isolating distance" in Table III are valid only for the switching devices where the clearance between open contacts is designed to meet the safety requirements specified for disconnectors.

4.2.3 Tensions assignées égales ou supérieures à 300 kV

Les tensions doivent être choisies à partir des valeurs du tableau IV en adoptant des valeurs de tensions de tenue aux chocs de foudre et de tensions de tenue aux chocs de manœuvre situées sur la même ligne.

Pour le choix entre les variantes correspondant à une même tension assignée, voir la Publication 71 de la CEI.

TABLEAU IV

Tension assignée U (valeur efficace) (kV)	Tension de tenue assignée aux chocs de foudre (valeur de crête)		Tension de tenue assignée aux chocs de manœuvre (valeur de crête)			Tension d'essai de tenue à fréquence industrielle durant 1 min (valeur efficace)	
	A la terre (kV)	Entre bornes de l'appareil de connexion ouvert (kV)	A la terre (kV)	Entre bornes de l'appareil de connexion ouvert (kV)		A la terre (kV)	Entre bornes de l'appareil de connexion ouvert (kV)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
300	950 1 050	950 (+170) 1 050 (+170)	750 850	850	700 (+245)	380	435
362	1 050 1 175	1 050 (+205) 1 175 (+205)	850 950	950	800 (+295)	450	520
420	1 300 1 425	1 300 (+240) 1 425 (+240)	950 1 050	1 050	900 (+345)	520	610
525	1 425 1 550	1 425 (+300) 1 550 (+300)	1 050 1 175	1 175	900 (+430)	620	760
765	1 800 2 100	1 800 (+435) 2 100 (+435)	1 300 1 425	1 550	1 100 (+625)	830	1 100

- Notes 1. - Pour la colonne (1), il est admis d'adopter des valeurs comprises entre 765 kV et 800 kV, pourvu que les valeurs d'essai pour le matériel soient les mêmes que celles définies par la CEI pour 765 kV.
2. - Pour la colonne (3), les valeurs entre parenthèses correspondent à la valeur de crête de la tension à fréquence industrielle, $0,7 U \sqrt{2} / \sqrt{3}$, appliquée à la borne opposée.
Pour la colonne (6), les valeurs entre parenthèses correspondent à la valeur de crête de la tension à fréquence industrielle, $U \sqrt{2} / \sqrt{3}$, appliquée à la borne opposée.
3. - Pour la colonne (7), les valeurs sont applicables:
a) pour les essais de type à la terre,
b) pour les essais individuels à la terre et entre les bornes de l'appareil de connexion ouvert.
Pour la colonne (8), les valeurs ne sont applicables que pour les essais de type entre les bornes de l'appareil de connexion ouvert.
4. - Les valeurs de tension de tenue «entre pôles» sont à l'étude et seront données dans la Publication 71-3 de la CEI.
5. - Le choix entre les différentes valeurs de tensions de tenue assignées aux chocs de manœuvre entre bornes de l'appareil de connexion ouvert figurant dans les colonnes (5) et (6) est indiqué dans les normes particulières de la CEI pour le type considéré d'appareil de connexion.

4.3 Fréquence assignée

Les valeurs normales de la fréquence assignée des appareils de connexion tripolaires sont 50 Hz ou 60 Hz.

4.4 Courant assigné en service continu et échauffement

4.4.1 Courant assigné en service continu

Le courant assigné en service continu d'un appareil de connexion est la valeur efficace du courant qu'il est capable de supporter indéfiniment dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

4.2.3 Rated voltage 300 kV and above

The voltages shall be selected from values of Table IV using lightning impulse withstand voltage and switching impulse withstand voltage values of the same line.

For the choice between the alternative values for the same voltage, see IEC Publication 71.

TABLE IV

Rated voltage U (r.m.s. value) (kV)	Rated lightning impulse withstand voltage (peak value)		Rated switching impulse withstand voltage (peak value)			1 min power-frequency test withstand voltage (r.m.s. value)	
	To earth	Across open switching device	To earth	Across open switching device		To earth	Across open switching device
	(kV)	(kV)	(kV)	(kV)		(kV)	(kV)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
300	950 1 050	950 (+170) 1 050 (+170)	750 850	850	700 (+245)	380	435
362	1 050 1 175	1 050 (+205) 1 175 (+205)	850 950	950	800 (+295)	450	520
420	1 300 1 425	1 300 (+240) 1 425 (+240)	950 1 050	1 050	900 (+345)	520	610
525	1 425 1 550	1 425 (+300) 1 550 (+300)	1 050 1 175	1 175	900 (+430)	620	760
765	1 800 2 100	1 800 (+435) 2 100 (+435)	1 300 1 425	1 550	1 100 (+625)	830	1 100

- Notes 1. - For column (1) it is permissible to adopt values between 765 kV and 800 kV provided that the test values for switching devices should be the same as defined by the IEC for 765 kV.
2. - For column (3), values in brackets are the peak values of the power-frequency voltage, $0.7 U \sqrt{2}/\sqrt{3}$, applied to the opposite terminal.
For column (6), values in brackets are the peak values of the power-frequency voltage, $U \sqrt{2}/\sqrt{3}$, applied to the opposite terminal.
3. - For column (7), values applicable:
a) for type tests to earth,
b) for routine tests to earth, and across the open switching device.
For column (8), values applicable for type tests only across the open switching device.
4. - The withstand voltage values "between poles" are under consideration and will be given in IEC Publication 71-3.
5. - The choice between alternative values of rated switching impulse withstand voltage in columns (5) and (6) across the open switching device is given in the relevant IEC standards for the particular type of switching device.

4.3 Rated frequency

The standard values of the rated frequency for three-pole switchgear and controlgear are 50 Hz or 60 Hz.

4.4 Rated normal current and temperature rise

4.4.1 Rated normal current

The rated normal current of a switching device is the r.m.s. value of the current which the switching device shall be able to carry continuously under specified conditions of use and behaviour.

Il convient de choisir les valeurs des courants assignés en service continu dans la série R 10, spécifiées dans la Publication 59 de la CEI.

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

4.4.2 Échauffement

L'échauffement de n'importe quelle partie d'un appareil de connexion pour une température de l'air ambiant n'excédant pas 40°C ne doit pas dépasser les limites d'échauffement spécifiées au tableau V, dans les conditions spécifiées aux articles concernant les essais.

Note. – Dans la présente norme, les termes «contact» et «raccord» sont utilisés selon les définitions suivantes:

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

Raccord (par boulons ou dispositifs équivalents): Ensemble de pièces conductrices destinées à assurer la continuité permanente d'un circuit lorsqu'elles sont assemblées au moyen de vis, de boulons ou de dispositifs équivalents.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60694-1:2018

Without watermark

The values of rated normal currents should be selected from the R 10 series, specified in IEC Publication 59.

Note. - Current ratings for temporary or for intermittent duty are subject to agreement between manufacturer and user.

4.4.2 *Temperature rise*

The temperature rise of any part of a switching device for an ambient air temperature not exceeding 40°C shall not exceed the temperature-rise limits specified in Table V under the conditions specified in the test clauses.

Note. - In this standard, the terms "contact" and "connection" are used according to the following definitions:

Contact: Two or more conductors designed to establish circuit continuity when they touch, and which, due to their relative motion during operation, open or close circuit or (in the case of hinged or sliding contacts) maintain circuit continuity.

Connection (bolted or the equivalent): Two or more conductors designed to ensure permanent circuit continuity when forced together by means of screws, bolts or the equivalent.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60694-1:2005
Withdram

TABLEAU V

Limites de température et d'échauffement pour les différents organes, matériaux et diélectriques des appareils de connexion

Nature de l'organe, du matériau et du diélectrique (voir notes 1, 2 et 3)	Valeurs maximales	
	Température (°C)	Echauffement à une température de l'air ambiant ne dépassant pas 40°C (K)
1. Contacts (voir note 4)		
Cuivre ou alliage de cuivre nu		
- dans l'air	75	35
- dans le SF ₆ (hexafluorure de soufre)	90	50
- dans l'huile	80	40
Argentés ou nickelés (voir note 5)		
- dans l'air	105	65
- dans le SF ₆	105	65
- dans l'huile	90	50
Etamés (voir notes 5 et 6)		
- dans l'air	90	50
- dans le SF ₆	90	50
- dans l'huile	90	50
2. Raccords par boulons ou dispositifs équivalents (voir note 7)		
Cuivre nu, alliage de cuivre nu ou alliage d'aluminium		
- dans l'air	90	50
- dans le SF ₆	105	65
- dans l'huile	100	60
Argentés ou nickelés		
- dans l'air	115	75
- dans le SF ₆	115	75
- dans l'huile	100	60
Etamés		
- dans l'air	105	65
- dans le SF ₆	105	65
- dans l'huile	100	60
3. Tous contacts ou raccords constitués d'autres métaux nus ou protégés par d'autres revêtements	(voir note 8)	(voir note 8)
4. Bornes pour le raccordement à des conducteurs extérieurs au moyen de vis ou de boulons (voir note 9)		
- nus	90	50
- argentés, nickelés ou étamés	105	65
- protégés par d'autres revêtements	(voir note 8)	(voir note 8)
5. Huile pour appareils de connexion dans l'huile (voir notes 10 et 11)	90	50
6. Pièces métalliques jouant le rôle de ressorts	(voir note 12)	(voir note 12)
7. Matériaux utilisés comme isolant et pièces métalliques en contact avec des isolants des classes suivantes (voir note 13)		
- Y (pour matériaux non imprégnés)	90	50
- A (pour matériaux immergés dans l'huile ou imprégnés)	100	60
- E	120	80
- B	130	90
- F	155	115
- Email: à base d'huile synthétique	100	60
- H	120	80
- C	180	140
- (voir note 14)	(voir note 14)	(voir note 14)
8. Toute pièce métallique ou en matériau isolant en contact avec l'huile, à l'exception des contacts	100	60

(Voir notes page 24.)

TABLE V

Limits of temperature and temperature rise for various parts, materials and dielectrics of high-voltage switching devices

Nature of the part, of the material and of the dielectric (see Notes 1, 2 and 3)	Maximum values	
	Temperature (°C)	Temperature rise at an ambient air temperature not exceeding 40°C (K)
1. Contacts (see Note 4)		
Bare copper and bare-copper alloy		
- in air	75	35
- in SF ₆ (sulphur hexafluoride)	90	50
- in oil	80	40
Silver-coated or nickel-coated (see Note 5)		
- in air	105	65
- in SF ₆	105	65
- in oil	90	50
Tin-coated (see Notes 5 and 6)		
- in air	90	50
- in SF ₆	90	50
- in oil	90	50
2. Connections, bolted or the equivalent (see Note 7)		
Bare copper, bare-copper alloy or bare-aluminium alloy		
- in air	90	50
- in SF ₆	105	65
- in oil	100	60
Silver-coated or nickel-coated		
- in air	115	75
- in SF ₆	115	75
- in oil	100	60
Tin-coated		
- in air	105	65
- in SF ₆	105	65
- in oil	100	60
3. All other contacts or connections made of bare metals or coated with other materials	(see Note 8)	(see Note 8)
4. Terminals for the connection to external conductors by screws or bolts (see Note 9)		
- bare	90	50
- silver, nickel or tin-coated	105	65
- other coatings	(see Note 8)	(see Note 8)
5. Oil for oil switching devices (see Notes 10 and 11)	90	50
6. Metal parts acting as springs	(see Note 12)	(see Note 12)
7. Materials used as insulation and metal parts in contact with insulation of the following classes (see Note 13)		
- Y (for non-impregnated materials)	90	50
- A (for materials immersed in oil or impregnated)	100	60
- E	120	80
- B	130	90
- F	155	115
- Enamel: oil base	100	60
synthetic	120	80
- H	180	140
- C	(see Note 14)	(see Note 14)
8. Any part of metal or of insulating material in contact with oil, except contacts	100	60

(See notes page 25.)

- Notes
1. - Suivant sa fonction, le même organe peut appartenir à plusieurs des catégories énumérées au tableau V. Dans ce cas, les valeurs maximales admissibles de la température et de l'échauffement à prendre en considération sont les plus faibles dans les catégories concernées.
 2. - Pour les appareils de connexion dans le vide, les valeurs limites de température et d'échauffement ne s'appliquent pas aux organes dans le vide. Les autres organes ne doivent pas dépasser les valeurs de température et d'échauffement indiquées au tableau V.
 3. - Toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour qu'aucun dommage ne soit causé aux matériaux isolants environnants.
 4. - Lorsque des éléments de contacts sont protégés de manières différentes, les températures et les échauffements admissibles sont ceux de l'élément pour lequel le tableau V autorise les valeurs les plus basses.
 5. - La qualité du revêtement doit être telle qu'une couche de protection subsiste dans la zone de contact:
 - a) après les essais d'établissement et de coupure (s'ils existent);
 - b) après l'essai au courant de courte durée admissible;
 - c) après l'essai d'endurance mécanique;selon les spécifications propres à chaque matériel. Dans le cas contraire, les contacts doivent être considérés comme «nus».
 6. - Pour les contacts des fusibles, l'échauffement doit être conforme aux publications de la CEI concernant les fusibles haute tension.
 7. - Lorsque des éléments de raccords sont protégés de manières différentes, les températures et les échauffements admissibles sont ceux de l'élément pour lequel le tableau V autorise les valeurs les plus élevées.
 8. - Lorsque d'autres matériaux que ceux indiqués au tableau V sont utilisés, leurs propriétés doivent être prises en considération, notamment pour déterminer les valeurs maximales admissibles pour les échauffements.
 9. - Les valeurs de température et d'échauffement sont valables même si le conducteur relié aux bornes est nu.
 10. - A la partie supérieure de l'huile.
 11. - Il convient de prêter une attention particulière aux questions de vaporisation et d'oxydation lorsqu'on utilise une huile de faible point d'éclair.
 12. - La température ne doit pas atteindre une valeur telle que l'élasticité du matériau soit diminuée.
 13. - Les classes suivantes de matériaux isolants sont celles indiquées dans la Publication 85 de la CEI.

Classe Y: Isolation composée de matériaux ou d'associations de matériaux tels que coton, soie et papier sans imprégnation. D'autres matériaux ou associations de matériaux peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe Y.

Classe A: Isolation composée de matériaux ou d'associations de matériaux tels que coton, soie et papier lorsqu'ils sont convenablement imprégnés ou lorsqu'ils sont immergés dans un diélectrique liquide tel que l'huile. D'autres matériaux ou associations de matériaux peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus montrent qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe A.

Classe E: Isolation composée de matériaux ou d'associations de matériaux dont l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe E.

Classe B: Isolation composée de matériaux ou associations de matériaux tels que mica, fibre de verre, amiante avec agglomérants convenables. D'autres matériaux ou associations de matériaux, qui ne sont pas obligatoirement inorganiques, peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe B.

Classe F: Isolation composée de matériaux ou d'associations de matériaux tels que mica, fibre de verre, amiante, etc., avec des agglomérants convenables. D'autres matériaux ou associations de matériaux, non obligatoirement inorganiques, peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe F.

Classe H: Isolation composée de matériaux tels qu'élastomères de silicone ou d'associations de matériaux tels que mica, fibre de verre, amiante, etc., avec des agglomérants convenables tels que des résines de silicone appropriées. D'autres matériaux ou associations de matériaux peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables d'être utilisés aux températures de la classe H.

Classe C: Isolation composée de matériaux ou d'associations de matériaux tels que mica, porcelaine, quartz et verre avec ou sans liant inorganique. D'autres matériaux ou associations de matériaux peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables d'être utilisés à des températures supérieures à celles de la classe H. Dans cette classe, un matériau ou une association de matériaux déterminés aura une limite de température qui dépendra de ses propriétés physiques, chimiques et électriques.
 14. - Limité seulement par la nécessité de ne pas endommager les pièces environnantes.

- Notes*
1. - According to its function, the same part may belong to several categories as listed in Table V. In this case the permissible maximum values of temperature and temperature rise to be considered are the lowest among the relevant categories.
 2. - For vacuum switching devices, the values of temperature and temperature-rise limits are not applicable for parts in vacuum. The remaining parts shall not exceed the values of temperature and temperature rise given in Table V.
 3. - Care shall be taken to ensure that no damage is caused to the surrounding insulating materials.
 4. - When contact parts have different coatings, the permissible temperatures and temperature rises shall be those of the part having the lower value permitted in Table V.
 5. - The quality of the coated contacts shall be such that a layer of coating material remains at the contact area:
 - a) after making and breaking tests (if any);
 - b) after short-time withstand current test;
 - c) after the mechanical endurance test;according to the relevant specifications for each equipment. Otherwise, the contacts shall be regarded as "bare".
 6. - For fuse contacts, the temperature rise shall be in accordance with IEC publications on high-voltage fuses.
 7. - When connection parts have different coatings, the permissible temperatures and temperature rises shall be those of the part having the higher value permitted in Table V.
 8. - When other materials than those given in Table V are used, their properties shall be considered, notably in order to determine the maximum permissible temperature rises.
 9. - The values of temperature and temperature rise are valid even if the conductor connected to the terminals is bare.
 10. - At the upper part of the oil.
 11. - Special consideration should be given when low flash-point oil is used in regard to vaporization and oxidation.
 12. - The temperature shall not reach a value where the elasticity of the material is impaired.
 13. - The following classes of insulating materials are those given in IEC Publication 85.

Class Y: Insulation consists of materials or combinations of materials such as cotton, silk and paper without impregnation. Other materials may be included in this class if by experience or accepted tests they can be shown to be capable of operation at Class Y temperatures.

Class A: Insulation consists of materials or combinations of materials such as cotton, silk and paper when suitably impregnated or coated or when immersed in a dielectric liquid such as oil. Other materials or combinations of materials may be included in this class if by experience or accepted tests they can be shown to be capable of operation at Class A temperatures.

Class E: Insulation consists of materials or combinations of materials which by experience or accepted tests can be shown to be capable of operation at Class E temperatures.

Class B: Insulation consists of materials or combinations of materials such as mica, glass fibre, asbestos, etc. with suitable bonding substances. Other materials or combinations of materials, not necessarily inorganic, may be included in this class if by experience or accepted tests they can be shown to be capable of operation at Class B temperatures.

Class F: Insulation consists of materials or combinations of materials such as mica, glass fibre, asbestos, with suitable bonding substances. Other materials or combinations of materials, not necessarily inorganic, may be included in this class if by experience or accepted tests they can be shown to be capable of operation at Class F temperatures.

Class H: Insulation consists of materials such as silicone elastomer and combinations of materials such as mica, glass fibre, asbestos, etc. with suitable bonding substances such as appropriate silicone resins. Other materials or combinations of materials may be included in this class if by experience or accepted tests they can be shown to be capable of operation at Class H temperatures.

Class C: Insulation consists of materials or combinations of materials such as mica, porcelain, glass and quartz with or without an inorganic binder. Other materials or combinations of materials may be included in this class if by experience or accepted tests they can be shown to be capable of operation at temperatures above the Class H limit. Specific materials or combinations of materials in this class will have a temperature limit which is dependent upon their physical, chemical and electrical properties.

14. - Limited only by the requirement not to cause any damage to surrounding parts.

4.5 Courant de courte durée admissible assigné

Valeur efficace du courant qu'un appareil mécanique de connexion peut supporter en position de fermeture pendant une courte durée spécifiée et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

Il convient de choisir la valeur normale du courant de courte durée admissible assigné dans la série R10 spécifiée dans la Publication 59 de la CEI et cette valeur doit être compatible avec toute autre caractéristique de court-circuit assignée spécifiée pour l'appareil mécanique de connexion.

Note. - La série R10 comprend les nombres 1 - 1,25 - 1,6 - 2 - 2,5 - 3,15 - 4 - 5 - 6,3 - 8 et leurs produits par 10^n .

4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné

Valeur de crête du courant dans la première grande alternance du courant de courte durée admissible qu'un appareil mécanique de connexion peut supporter en position de fermeture et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

La valeur normale de crête du courant admissible assigné est égale à 2,5 fois la valeur du courant de courte durée admissible.

Note. - Des valeurs supérieures à 2,5 fois la valeur du courant de courte durée admissible assigné peuvent être demandées en fonction des caractéristiques du réseau.

4.7 Durée de court-circuit assignée

Intervalle de temps pendant lequel un appareil mécanique de connexion, en position de fermeture, peut supporter un courant égal au courant de courte durée admissible assigné.

La valeur normale de la durée de court-circuit assignée est 1 s.

Si une valeur supérieure à 1 s est nécessaire, la valeur de 3 s est recommandée.

Par accord entre constructeur et utilisateur, une valeur inférieure à 1 s peut être choisie.

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

Par tension d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires, il faut entendre la tension mesurée aux bornes du circuit sur l'appareil lui-même pendant son fonctionnement, y compris, s'il y a lieu, les résistances auxiliaires ou les accessoires fournis ou demandés par le constructeur et devant être installés en série sur le circuit, mais non compris les conducteurs de liaison à la source d'alimentation en électricité.

Il est recommandé de choisir la tension assignée d'alimentation parmi les valeurs normales figurant aux tableaux VI et VII.

TABLEAU VI

Tension en courant continu

(V)
24
48
60
110 ou 125
220 ou 250

4.5 Rated short-time withstand current

The r.m.s. value of the current which a mechanical switching device can carry in the closed position during a specified short time under prescribed conditions of use and behaviour.

The standard value of rated short-time withstand current should be selected from the R10 series specified in IEC Publication 59, and shall be compatible with any other short-circuit rating assigned to the mechanical switching device.

Note. - The R10 series comprises the numbers 1 - 1.25 - 1.6 - 2 - 2.5 - 3.15 - 4 - 5 - 6.3 - 8 and their products by 10ⁿ.

4.6 Rated peak withstand current

The peak current associated with the first major loop of the rated short-time withstand current which a mechanical switching device can carry in the closed position under prescribed conditions of use and behaviour.

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

Note. - Values higher than 2.5 times the rated short-time withstand current may be required according to the characteristics of the system.

4.7 Rated duration of short-circuit

The interval of time for which a mechanical switching device can carry, in the closed position, a current equal to its rated short-time withstand current.

The standard value of rated duration of short circuit is 1 s.

If a value of more than 1 s is necessary, the value of 3 s is recommended.

By agreement between manufacturer and user, a value lower than 1 s may be chosen.

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

The supply voltage of closing and opening devices and auxiliary circuits shall be understood to mean the voltage measured at the circuit terminals of the apparatus itself during its operation, including, if necessary, the auxiliary resistors or accessories supplied or required by the manufacturer to be installed in series with it, but not including the conductors for the connection to the electricity supply.

The rated supply voltage should be selected from the standard values given in Tables VI and VII.

TABLE VI
Direct current voltage

(V)
24
48
60
110 or 125
220 or 250

TABLEAU VII

Tension en courant alternatif

Réseaux triphasés à trois ou quatre fils (V)	Réseaux monophasés à trois fils (V)	Réseaux monophasés à deux fils (V)
-	120/240	120
(220/380)	-	(220)
230/400	-	230
(240/415)	-	(240)
277/480	-	277

Les valeurs inférieures de la première colonne du tableau VII désignent les tensions entre phase et neutre et les valeurs supérieures désignent les tensions entre phases. La valeur inférieure dans la deuxième colonne désigne la tension entre phase et neutre et la valeur supérieure désigne la tension entre lignes.

Notes 1. - La valeur 230/400 V indiquée au tableau VII sera, à l'avenir, la seule tension normale de la CEI, et son adoption est recommandée dans les nouveaux réseaux. Les variations de tension des réseaux existants à 220/380 V et à 240/415 V devraient être ramenées dans la plage 230/400 V \pm 10%. La réduction de cette plage sera prise en considération lors d'une étape ultérieure de la normalisation.

2.- Les tensions secondaires des transformateurs de protection et de mesure ne font pas l'objet de la présente norme.

Le dispositif de manœuvre doit être capable de fermer et d'ouvrir l'appareil de connexion pour toute valeur de la tension d'alimentation comprise entre 85% et 110% de la valeur nominale. Pour le fonctionnement des déclencheurs, voir le paragraphe 5.7.

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

Les valeurs normales de la fréquence assignée d'alimentation sont 50 Hz et 60 Hz.

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

Les valeurs normales de la pression assignée sont:
0,5 MPa - 1 MPa - 1,6 MPa - 2 MPa - 3 MPa - 4 MPa.

Le dispositif de manœuvre pneumatique doit être capable d'ouvrir et de fermer l'appareil de connexion lorsque la pression du gaz comprimé est comprise entre 85% et 110% de la pression assignée d'alimentation, sauf spécification contraire du constructeur.

5. **Conception et construction**

5.1 *Prescriptions pour les liquides utilisés dans les appareils de connexion*

Il doit être possible de remplir et de vider facilement les appareils de connexion utilisant un liquide, le circuit principal étant hors tension et mis à la terre.

Les prescriptions des paragraphes 5.1.1 et 5.1.2 ne s'appliquent pas à l'huile utilisée pour le dispositif de commande.

5.1.1 *Niveau du liquide*

Un dispositif doit être prévu pour vérifier le niveau du liquide, même en service, avec indication des limites minimales et maximales admissibles pour un fonctionnement correct.

TABLE VII

Alternating current voltage

Three-phase, three-wire or four-wire systems (V)	Single-phase three-wire systems (V)	Single-phase two-wire systems (V)
-	120/240	120
(220/380)	-	(220)
230/400	-	230
(240/415)	-	(240)
277/480	-	277

The lower values in the first column of Table VII are voltages to neutral and the higher values are voltages between phases. The lower value in the second column is the voltage to neutral and the higher value is the voltage between lines.

Notes 1. - The value 230/400 V indicated in Table VII will be, in future, the only IEC standard voltage and its adoption is recommended, in new systems. The voltage variations of existing systems at 220/380 V and 240/415 V should be brought within the range 230/400 V \pm 10%. The reduction of this range will be considered in a later stage of standardization.

2.- The secondary voltages of protective and measuring transformers are not subject to this standard.

The operating device shall be capable of closing and opening the switching device for any value of supply voltage between 85% and 110% of the rated value. For operation of releases, see Sub-clause 5.7.

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

The standard values of rated supply frequency are 50 Hz and 60 Hz.

4.10 *Rated pressure of compressed gas supply for operation*

The standard values of rated pressure are:
0.5 MPa - 1 MPa - 1.6 MPa - 2 MPa - 3 MPa - 4 MPa.

The pneumatic operation device shall be capable of opening and closing the switching device when the compressed gas pressure is between 85% and 110% of the rated pressure, unless otherwise specified by the manufacturer.

5. **Design and construction**

5.1 *Requirements for liquids in switchgear and controlgear*

It shall be possible to fill and drain liquid-filled switching devices easily, the main circuit being dead and earthed.

The requirements of Sub-clauses 5.1.1 and 5.1.2 do not apply to the oil used for control devices.

5.1.1 *Liquid level*

A device for checking the liquid level, even during service, with indication of minimum and maximum limits admissible for correct operation, shall be provided.

5.1.2 *Qualité du liquide*

Le liquide destiné à être utilisé dans les appareils de connexion doit être conforme aux instructions du constructeur.

Pour les appareils de connexion utilisant de l'huile, l'huile isolante neuve doit être conforme à la Publication 296 de la CEI.

5.2 *Prescriptions pour les gaz utilisés dans les appareils de connexion*

Le constructeur doit spécifier le type ainsi que la quantité, la qualité et la densité requises du gaz devant être utilisé dans un appareil de connexion et fournir à l'utilisateur les instructions nécessaires pour la régénération du gaz et le maintien de la quantité et de la qualité requises.

Pour les appareils de connexion utilisant de l'hexafluorure de soufre, l'hexafluorure de soufre neuf doit être conforme à la Publication 376 de la CEI.

5.3 *Raccordement à la terre des appareils de connexion*

Le châssis de chaque appareil de connexion doit être prévu avec une borne de terre sûre et une vis de serrage convenable pour un raccordement à un conducteur de terre dans des conditions spécifiées de défaut à la terre. Le diamètre de la vis de serrage doit être au moins égal à 12 mm. Le point de raccordement doit être marqué du symbole «terre», comme indiqué dans la Publication 117-1 de la CEI, Première partie, symbole n° 86.

5.4 *Equipements auxiliaires*

Les interrupteurs auxiliaires et les circuits auxiliaires doivent être capables de supporter le courant des circuits qu'ils commandent, circuits dont les caractéristiques doivent être spécifiées au constructeur. En l'absence d'une telle spécification, ils doivent pouvoir supporter en permanence un courant au moins égal à 10 A. Les échauffements ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.

Les interrupteurs auxiliaires doivent être capables d'établir et d'interrompre le courant des circuits qu'ils commandent. Lorsque les interrupteurs auxiliaires sont associés à des appareils extérieurs, des renseignements détaillés doivent être fournis au constructeur. En l'absence d'une telle spécification, ils doivent être capables d'établir et d'interrompre au moins 2 A à 220 V en courant continu avec une constante de temps du circuit d'au moins 20 ms.

Les interrupteurs auxiliaires qui sont manœuvrés en liaison avec les contacts principaux doivent être à commande positive dans les deux sens.

Les interrupteurs auxiliaires qui sont placés sur le châssis des appareils de connexion doivent être convenablement protégés contre des amorçages accidentels d'arcs, entre eux et le circuit principal.

Les parties isolantes des interrupteurs auxiliaires et des bornes des circuits auxiliaires qui sont destinés à être utilisés à l'extérieur doivent avoir des propriétés adéquates telles qu'elles soient non hygroscopiques et ne donnent pas lieu aux cheminements.

Sauf spécification contraire dans les normes particulières, les équipements de commande et auxiliaires doivent être séparés du circuit principal par des cloisons métalliques mises à la terre.

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

5.1.2 *Liquid quality*

Liquid for use in liquid-filled switchgear and controlgear shall comply with the instructions of the manufacturer.

For oil-filled switchgear and controlgear, new insulating oil shall comply with IEC Publication 296.

5.2 *Requirements for gases in switchgear and controlgear*

The manufacturer shall specify the type and the required quantity, quality and density of the gas to be used in switchgear and controlgear and provide the user with necessary instructions for renewing the gas and maintaining its required quantity and quality.

For sulphur hexafluoride-filled switchgear and controlgear, new sulphur hexafluoride shall comply with IEC Publication 376.

5.3 *Earthing of switching devices*

The frame of each switching device shall be provided with a reliable earthing terminal having a clamping screw for connection to an earthing conductor, suitable for specified fault conditions. The diameter of the clamping screw shall be at least 12 mm. The connecting point shall be marked with the "earth" symbol, as indicated by symbol No. 86 of IEC Publication 117-1: Part 1.

5.4 *Auxiliary equipment*

Auxiliary switches and auxiliary circuits shall be capable of carrying the current of the circuits to be controlled, particulars of which should be specified to the manufacturer. In the absence of such specifications they shall be capable of carrying a current of at least 10 A continuously. The temperature rises shall not exceed the limits specified.

Auxiliary switches shall be capable of making and breaking the current of the circuits to be controlled. Where auxiliary switches are associated with external equipment, details should be provided to the manufacturer. In the absence of such a specification, they shall be capable of making and breaking at least 2 A at 220 V d.c. with a circuit time-constant of not less than 20 ms.

Auxiliary switches which are operated in conjunction with the main contacts shall be positively driven in both directions.

Auxiliary switches which are installed on the frame of switching devices shall be suitably protected against accidental arcing from the main circuit.

The insulation of auxiliary switches and terminals of auxiliary circuits which are to be used under outdoor conditions shall have suitable non-tracking and non-hygroscopic properties.

Unless otherwise specified in the relevant IEC standards, control and auxiliary equipment shall be segregated by earthed metallic partitions from the main circuit.

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

Les fusibles à basse tension des circuits auxiliaires, les bornes et les autres dispositifs auxiliaires sur lesquels on peut intervenir lorsque l'appareillage est en service doivent être accessibles sans risque d'approche des conducteurs à haute tension.

5.5 *Fermeture dépendante à source d'énergie extérieure*

Un appareil de connexion comportant une fermeture dépendante à source d'énergie extérieure doit être capable d'établir son pouvoir de fermeture nominal sur court-circuit lorsque la tension ou la pression d'alimentation du dispositif de fermeture correspond à la limite inférieure spécifiée aux paragraphes 4.8 et 4.10 (l'expression «dispositif de fermeture» comprend ici les relais et contacteurs intermédiaires de commande éventuels). A la limite supérieure, on doit pouvoir fermer à vide le disjoncteur sans provoquer de détérioration mécanique excessive. Si le constructeur a fixé une durée maximale d'établissement du courant, celle-ci ne doit pas être dépassée.

5.6 *Fermeture à accumulation d'énergie*

Un appareil de connexion comportant une fermeture à accumulation d'énergie doit pouvoir établir son pouvoir de fermeture nominal en court-circuit lorsque l'accumulation d'énergie est convenablement réalisée, conformément au paragraphe 5.6.1 ou 5.6.2. Il doit aussi pouvoir fermer à vide sans provoquer de détérioration mécanique excessive. Si le constructeur a fixé une durée maximale d'établissement du courant, celle-ci ne doit pas être dépassée.

5.6.1 *Accumulation d'énergie dans des réservoirs de gaz ou dans des accumulateurs oléopneumatiques*

Lorsque l'énergie est accumulée dans un réservoir de gaz ou dans un accumulateur oléopneumatique, les prescriptions du paragraphe 5.6 s'appliquent aux pressions de fonctionnement comprises entre les limites spécifiées aux points a) et b):

a) *Alimentation pneumatique ou oléopneumatique extérieure à l'appareil de connexion et à son dispositif de commande*

Sauf spécification contraire du constructeur, les limites de la pression de fonctionnement du gaz comprimé pour les manœuvres sont comprises entre 85% et 110% de la pression assignée.

Ces limites ne sont pas applicables lorsque les réservoirs emmagasinent également des gaz comprimés pour la coupure.

b) *Compresseur ou pompe faisant partie de l'appareil de connexion ou de son dispositif de commande*

Les limites de la pression de fonctionnement doivent être fixées par le constructeur.

5.6.2 *Accumulation d'énergie à l'aide de ressorts (ou de poids)*

Lorsque l'énergie est accumulée à l'aide de ressorts (ou de poids), les prescriptions du paragraphe 5.6 s'appliquent lorsque le ressort est bandé (ou le poids en position haute). Les contacts mobiles ne doivent pas pouvoir quitter la position d'ouverture avant que l'énergie accumulée ne soit suffisante pour permettre l'achèvement satisfaisant de la manœuvre de fermeture.

5.6.3 *Accumulation d'énergie par une manœuvre manuelle*

Lorsque l'énergie est accumulée à l'aide de ressorts (ou de poids) au moyen d'une manœuvre manuelle, le sens de manœuvre de la poignée doit être indiqué, à moins qu'il ne soit évident. L'appareil de connexion doit comporter un dispositif indiquant que l'énergie est

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

5.5 *Dependent power closing*

A switching device arranged for dependent power closing with external energy supply shall be capable of making its rated short-circuit making current when the voltage or the pressure of the power supply of the closing device is at the lower of the limits specified under Sub-clauses 4.8 and 4.10 (the term "closing device" here embraces intermediate control relays and contractors where provided). At the upper limit it shall be capable of closing on no-load without suffering undue mechanical deterioration. If a maximum make-time is stated by the manufacturer, this shall not be exceeded.

5.6 *Stored energy closing*

A switching device arranged for stored energy closing shall be capable of making its rated short-circuit making current, when the energy store is suitably charged in accordance with Sub-clause 5.6.1 or 5.6.2. It shall also be capable of closing on no-load without suffering undue mechanical deterioration. If a maximum make-time is stated by the manufacturer, this shall not be exceeded.

5.6.1 *Energy storage in gas receivers or hydraulic accumulators*

When the energy store is a gas receiver or hydraulic accumulator, the requirements of Sub-clause 5.6 apply at operating pressures between the limits specified in Items a) and b):

a) *External pneumatic or hydraulic supply*

Unless otherwise specified by the manufacturer, the limits of the operating pressure are between 85% and 110% of rated pressure.

These limits do not apply where receivers also store compressed gas for interruption.

b) *Compressor or pump integral with the switching device or the operating device*

The limits of operating pressure shall be stated by the manufacturer.

5.6.2 *Energy storage in springs (or weights)*

When the energy store is a spring (or weight), the requirements of Sub-clause 5.6 apply when the spring is charged (or the weight lifted). It shall not be possible for the moving contacts to move from the open position unless the charge is sufficient for satisfactory completion of the closing operation.

5.6.3 *Manual charging*

If a spring (or weight) is charged by hand, the direction of motion of the handle shall be marked unless it is evident. A device indicating when the spring (or weight) is charged shall be

accumulée dans le ressort (ou le poids) sauf pour une manœuvre de fermeture manuelle indépendante.

5.6.4 Accumulation d'énergie par servomoteur

Les moteurs et leur équipement électrique auxiliaire, destinés à bander un ressort (ou à lever un poids) ou à entraîner un compresseur ou une pompe, doivent fonctionner de façon satisfaisante entre 85% et 110% de la tension assignée d'alimentation (paragraphe 4.8), la fréquence étant, en courant alternatif, la fréquence assignée d'alimentation du dispositif de fermeture (paragraphe 4.9).

Note. - Pour les moteurs électriques, ces limites n'impliquent pas l'utilisation de moteurs non normaux, mais seulement le choix d'un moteur fournissant l'effort nécessaire à ces limites; il n'est pas nécessaire de faire coïncider la tension assignée du moteur et la tension assignée d'alimentation du dispositif de fermeture.

5.7 Fonctionnement des déclencheurs

Les limites de fonctionnement des déclencheurs sont les suivantes:

5.7.1 Déclencheur shunt de fermeture

Un déclencheur shunt de fermeture doit fonctionner correctement entre 85% et 110% de la tension assignée d'alimentation du dispositif de fermeture (paragraphe 4.8), la fréquence, en courant alternatif, étant la fréquence assignée d'alimentation du dispositif de fermeture (paragraphe 4.9).

5.7.2 Déclencheur shunt d'ouverture

Un déclencheur shunt d'ouverture doit fonctionner correctement dans toutes les conditions de fonctionnement de l'appareil de connexion jusqu'à son pouvoir de coupure assigné en court-circuit et entre 70% en courant continu - ou 85% en courant alternatif - et 110% de la tension assignée d'alimentation du dispositif d'ouverture (paragraphe 4.8), la fréquence, en courant alternatif, étant la fréquence assignée d'alimentation du dispositif d'ouverture (paragraphe 4.9).

5.7.3 Fonctionnement des déclencheurs shunt à l'aide de condensateurs

Lorsque, en vue du fonctionnement d'un déclencheur shunt par accumulation d'énergie, un ensemble redresseur-condensateur, dans lequel les condensateurs sont chargés à partir de la tension du circuit principal, constitue une partie intégrante de l'appareil de connexion, les condensateurs doivent conserver une charge permettant un fonctionnement satisfaisant du déclencheur 5 s après que la tension d'alimentation a été déconnectée des bornes de l'ensemble et remplacée par une connexion de court-circuit. La tension du circuit principal avant déconnexion doit être égale à la tension la plus basse du réseau correspondant à la tension assignée de l'appareil de connexion (voir dans la Publication 38 de la CEI la relation existant entre «la tension la plus élevée pour le matériel» et les tensions du réseau).

5.7.4 Déclencheur à minimum de tension

Un déclencheur à minimum de tension doit provoquer l'ouverture de l'appareil de connexion dès que la tension aux bornes du déclencheur devient inférieure à 35% de sa tension assignée, même si la décroissance de tension s'effectue d'une façon lente et progressive. Par contre, il ne doit pas provoquer l'ouverture de l'appareil de connexion si la tension aux bornes de déclencheur reste supérieure à 70% de sa tension assignée d'alimentation.

La fermeture de l'appareil de connexion doit être possible dès que la tension aux bornes du déclencheur est égale ou supérieure à 85% de sa tension assignée. Sa fermeture doit être impossible tant que la tension aux bornes du déclencheur est inférieure à 35% de sa tension assignée d'alimentation.

mounted on the switching device except in the case of an independent manual closing operation.

5.6.4 *Motor charging*

Motors, and their electrically operated auxiliary equipment for charging a spring (or weight) or for driving a compressor or pump, shall operate satisfactorily between 85% and 110% of the rated supply voltage (Sub-clause 4.8), the frequency, in the case of a.c., being the rated supply frequency (Sub-clause 4.9).

Note. - For electric motors the limits do not imply the use of non-standard motors, but only the selection of a motor which at these values provides the necessary effort, and the rated voltage of the motor need not coincide with the rated supply voltage of the closing device.

5.7 *Operation of releases*

The operation limits of release shall be as follows:

5.7.1 *Shunt closing release*

A shunt closing release shall operate correctly between 85% and 110% of the rated supply voltage of the closing device (Sub-clause 4.8), the frequency, in the case of a.c., being the rated supply frequency of the closing device (Sub-clause 4.9).

5.7.2 *Shunt opening release*

A shunt opening release shall operate correctly under all operating conditions of the switching device up to its rated short-circuit breaking current, and between 70% in the case of d.c. — or 85% in the case of a.c. — and 110% of the rated supply voltage of the opening device (Sub-clause 4.8), the frequency, in the case of a.c., being the rated supply frequency of the opening device (Sub-clause 4.9).

5.7.3 *Capacitor operation of shunt releases*

When, for stored energy operation of a shunt release, a rectifier-capacitor combination is provided as an integral part of the switching device, the charge of the capacitors to be derived from the voltage of the main circuit, the capacitors shall retain a charge sufficient for satisfactory operation of the release 5 s after the voltage supply has been disconnected from the terminals of the combination and replaced by a short-circuiting link. The voltages of the main circuit before disconnection shall be taken as the lowest voltage of the system associated with the rated voltage of the switching device (see IEC Publication 38 for the relation between "highest voltage for equipment" and system voltages).

5.7.4 *Under-voltage release*

An under-voltage release shall operate to open the switching device when the voltage at the terminals of the release falls below 35% of its rated voltage, even if the fall is slow and gradual. On the other hand it shall not operate the switching device when the voltage at its terminals exceeds 70% of its rated supply voltage.

The closing of the switching device shall be possible at values of the voltage at the terminals of the release equal to, or higher than, 85% of its rated voltage. Its closing shall be impossible when the voltage at the terminals is lower than 35% of its rated supply voltage.

5.8 Verrouillages à basse et à haute pression

Si des verrouillages à basse pression ou à haute pression sont prévus, ils doivent pouvoir être réglés pour fonctionner aux valeurs limites appropriées de la pression ou à l'intérieur des valeurs indiquées par le constructeur, conformément au paragraphe 5.6.1 et aux spécifications particulières de la CEI.

5.9 Plaques signalétiques

Les appareils de connexion et leurs dispositifs de commande doivent être munis de plaques signalétiques donnant les renseignements nécessaires spécifiés dans les normes particulières de la CEI.

Pour les appareils de connexion pour l'extérieur, les plaques signalétiques doivent être à l'épreuve des intempéries et de la corrosion.

Si un appareil de connexion est constitué de plusieurs pôles indépendants, chaque pôle doit être muni d'une plaque signalétique.

Si le dispositif de manœuvre fait partie intégrante de l'appareil de connexion, il peut être suffisant de combiner les plaques signalétiques en une seule. Si le dispositif de commande est amovible, il doit être muni d'une plaque signalétique séparée.

6. Essais de type

Les essais de type ont pour but de vérifier les caractéristiques de l'appareillage, de ses dispositifs de commande et de ses équipements auxiliaires.

Les essais de type sont:

- les essais diélectriques comprenant les essais de choc de foudre et de choc de manœuvre, les essais de tenue à la tension à fréquence industrielle, les essais de pollution artificielle, les essais de décharges partielles et les essais de tenue à fréquence industrielle des circuits auxiliaires et de commande (voir paragraphe 6.1);
- les essais de tension de perturbation radioélectrique (voir paragraphe 6.2);
- les essais d'échauffement (voir paragraphe 6.3);
- la mesure de la résistance du circuit principal (voir paragraphe 6.4);
- les essais au courant de courte durée et à la valeur du courant de crête admissibles (voir paragraphe 6.5).

Tous les essais ci-dessus doivent en principe être faits sur l'appareillage complet (rempli avec les types et les quantités spécifiés de liquide ou de gaz à la pression spécifiée), sur ses dispositifs de commande et ses équipements auxiliaires. Lorsque les essais sur un seul pôle sont permis dans certains cas, ils sont indiqués dans les articles correspondants.

Les résultats de tous les essais de type doivent être enregistrés dans les comptes rendus des essais de type contenant les données nécessaires pour prouver que l'appareillage a satisfait aux prescriptions de cette spécification. Ces comptes rendus doivent également contenir les renseignements nécessaires pour permettre d'identifier les parties essentielles de l'appareillage essayé.

Des renseignements d'ordre général concernant le châssis-support de l'appareil de connexion ou l'appareillage sous enveloppe, dont l'appareil de connexion fait partie intégrante, doivent être contenus dans le compte rendu d'essais de type.

Les renseignements concernant les dispositifs de commande utilisés pendant les essais doivent être indiqués, lorsque c'est applicable, dans le compte rendu d'essais de type.

5.8 *Low and high pressure interlocking devices*

Where low-pressure or high-pressure interlocking devices are provided, they shall be such that they can be set to operate at, or within, the appropriate limits of pressure stated by the manufacturer, in accordance with Sub-clause 5.6.1 and with relevant IEC specifications.

5.9 *Nameplates*

Switchgear and controlgear and their operating devices shall be provided with nameplates which contain the necessary information specified in the relevant IEC standards.

For outdoor switchgear and controlgear, the nameplates shall be weather-proof and corrosion-proof.

If the switchgear and controlgear consist of several independent poles, each pole shall be provided with a nameplate.

For an operating device combined with a switching device, it may be sufficient to use only one combined nameplate. If the operating device is removable, it shall have a separate nameplate.

6. **Type tests**

The type tests are for the purpose of proving the characteristics of switchgear and controlgear, their operating devices and their auxiliary equipment.

The type tests are:

- dielectric tests including lightning and switching impulse tests, power-frequency voltage withstand tests, artificial pollution tests, partial discharge tests and power-frequency voltage withstand tests on auxiliary and control circuits (see Sub-clause 6.1);
- radio interference voltage (r.i.v.) test (see Sub-clause 6.2);
- temperature-rise tests (see Sub-clause 6.3);
- measurement of the resistance of the main circuit (see Sub-clause 6.4);
- short-time withstand current and peak withstand current tests (see Sub-clause 6.5).

All the above tests shall be made in principle on complete switchgear and controlgear (filled with the specified types and quantities of liquid or gas at specified pressure), on their operating devices and their auxiliary equipment. Where single pole testing is permitted in certain cases, it is indicated in the relevant clauses.

The results of all type tests shall be recorded in type-test reports containing sufficient data to prove compliance with this specification, and sufficient information shall be included so that the essential parts of the switchgear and controlgear tested can be identified.

General information concerning the supporting structure of the switching device or enclosed switchgear, of which the switching device forms an integral part, shall be included in the type-test report.

Information regarding the operating devices employed during the tests shall, where applicable, be recorded in the type-test report.

L'appareillage à essayer doit être vraiment conforme, dans tous les détails essentiels, aux dessins du type qu'il représente.

Des essais de type complémentaires peuvent être nécessaires et sont à spécifier dans les normes particulières de la CEI.

6.1 Essais diélectriques

6.1.1 Conditions de l'air ambiant pendant les essais

On se référera à la Publication 60 de la CEI en ce qui concerne les conditions atmosphériques normales de référence.

La tension à appliquer pendant un essai de tenue est obtenue en multipliant la tension de tenue spécifiée par le facteur de correction $K = k_d/k_h$, k_d étant le facteur de correction de densité de l'air et k_h le facteur de correction d'humidité. L'annexe A indique la méthode de calcul de k_d et de k_h .

On n'appliquera pas de facteur de correction d'humidité aux essais sous pluie ni aux essais sous pollution artificielle.

On appliquera le facteur de correction K à l'appareillage dont l'isolation externe à l'air libre constitue l'élément principal.

Pour l'appareillage possédant une isolation externe et une isolation interne, on appliquera le facteur de correction K si la valeur de celui-ci est comprise entre 0,95 et 1,05. Cependant, de manière à éviter des contraintes supplémentaires sur l'isolation interne, on peut ne pas appliquer le facteur de correction K si on a prouvé le comportement satisfaisant de l'isolation externe. Si le facteur de correction n'est pas compris entre 0,95 et 1,05, les détails des essais diélectriques doivent faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

Pour l'appareillage comportant une isolation interne, réalisée entièrement par un fluide autre que l'air à la pression atmosphérique, les conditions de l'air ambiant n'ont pas d'importance et on n'appliquera pas le facteur de correction K lors des essais effectués sur l'isolation interne.

6.1.2 Modalités des essais sous pluie

L'isolation externe de l'appareillage pour l'extérieur doit être soumise à des essais de tenue sous pluie selon les modalités d'essais figurant dans la Publication 60 de la CEI.

Note - La méthode de mouillage des très grands appareils de connexion est à l'étude.

6.1.3 Etat des appareils de connexion pendant les essais diélectriques

Les essais diélectriques doivent être effectués sur l'appareillage complètement assemblé comme en service; les surfaces extérieures des éléments isolants doivent être soigneusement nettoyées.

L'appareillage doit être monté pour l'essai avec la hauteur et les distances minimales dans l'air, spécifiées par le constructeur.

On admet qu'un matériel essayé à une hauteur donnée au-dessus du niveau du sol fonctionne de façon satisfaisante lorsqu'il est installé en service à une hauteur donnée au-dessus du niveau du sol plus grande.

Lorsque la distance entre les pôles de l'appareillage n'est pas fixée par construction, la distance entre les pôles à adopter pour les essais sera la valeur minimale indiquée par le constructeur. Toutefois, afin d'éviter de monter des appareils tripolaires de grandes dimensions à seule fin d'effectuer des essais, les essais de pollution artificielle et les essais de tension de perturbation radioélectrique peuvent être effectués sur un seul pôle et, si la distance minimale entre

The switchgear and controlgear for test shall truly conform in all essential details to drawings of its type.

Additional type tests may be necessary and will be specified in the relevant IEC standards.

6.1 Dielectric tests

6.1.1 Ambient air conditions during tests

Reference is made to IEC Publication 60, regarding standard reference atmospheric conditions.

The voltage to be applied during a withstand test is determined by multiplying the specified withstand voltage by the correction factor $K = k_d/k_h$, k_d being the air density correction factor and k_h the humidity correction factor. Appendix A gives the method for calculation of k_d and k_h .

No humidity correction factor shall be applied for wet tests and for artificial pollution tests.

For switchgear and controlgear where external insulation in free air is of principal concern, the correction factor K shall be applied.

For switchgear and controlgear having external and internal insulation, the correction factor K shall be applied if its value is between 0.95 and 1.05. However, in order to avoid overstressing of internal insulation, the application of the correction factor K may be omitted where the satisfactory performance of external insulation has been established. In the case when the correction factor is outside the range of 0.95 and 1.05, details of dielectric tests shall be subject to agreement between manufacturer and user.

For switchgear and controlgear having internal insulation provided entirely with media other than air at atmospheric pressure, the ambient air conditions are of no importance and the correction factor K shall not be applied to tests on the internal insulation.

6.1.2 Wet test procedure

The external insulation of outdoor switchgear and controlgear shall be subjected to wet withstand tests under the test procedure given in IEC Publication 60.

Note. - The method of wetting extremely large switchgear and controlgear is under consideration.

6.1.3 Condition of switchgear and controlgear during dielectric tests

Dielectric tests shall be made on switchgear and controlgear completely assembled, as in service; the outside surfaces of insulating parts shall be carefully cleaned.

The switchgear and controlgear shall be mounted for test with minimum clearances and height as specified by the manufacturer.

Equipment tested at one height above ground surface level will be deemed to be satisfactory if mounted at a greater height above ground surface level in service.

When the distance between the poles of switchgear and controlgear is not inherently fixed by the design, the distance between the poles for the test shall be the minimum value stated by the manufacturer. However, to obviate the necessity of erecting large three-pole switchgear and controlgear for test purposes alone, the artificial pollution and the radio-interference voltage tests may be made on a single pole and, if the minimum distance between poles is such

pôles est telle qu'un amorçage entre les pôles n'est pas à craindre, tous les autres essais diélectriques peuvent être exécutés sur un seul pôle.

Lorsque le constructeur indique qu'un isolement supplémentaire tel que des enrubannages ou des écrans est exigé pour l'utilisation en service, une telle isolation supplémentaire doit aussi être utilisée pendant les essais.

Si des éclateurs de protection ou des anneaux de garde sont nécessaires pour la protection du réseau, ces éclateurs peuvent être enlevés ou leur écartement augmenté en vue de l'essai. S'ils sont nécessaires pour la répartition du gradient, ils doivent être maintenus en place pendant l'essai.

En ce qui concerne l'appareillage utilisant un gaz comprimé pour l'isolement, les essais diélectriques doivent être effectués à la densité minimale de fonctionnement.

On peut exprimer la densité minimale de fonctionnement sous la forme d'une pression à la température de référence de 20°C. Si, à l'instant de l'essai, la température est différente de 20°C, la pression doit être ramenée à la valeur correspondant à la densité minimale de fonctionnement. On doit noter la température et la pression du gaz pendant les essais et l'indiquer dans le rapport d'essais.

Note. - Attention. Au cours des essais diélectriques de l'appareillage comprenant des appareils de coupure dans le vide, il est recommandé de s'assurer que le niveau de l'émission possible de rayonnement X reste dans les limites qu'impose la sécurité. Les règles nationales de sécurité peuvent influencer sur les mesures de sécurité à adopter.

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

En se référant à la figure 1, page 74, qui représente un schéma des connexions d'un appareil de connexion tripolaire, la tension d'essai doit être appliquée conformément aux tableaux suivants.

TABLEAU VIII

Essais de tension au choc et essais de tension à fréquence industrielle lorsque la borne opposée à la borne sous tension est reliée à la terre lors des essais de l'appareil de connexion ouvert

Condition d'essai n°	Appareil de connexion	Tension appliquée à	Terre reliée à
1	Fermé	Aa	BCbcF
2	Fermé	Bb	ACacF
3	Fermé	Cc	ABabF
4	Ouvert	A	BCabcF*
5	Ouvert	B	ACabcF*
6	Ouvert	C	ABabcF*
7	Ouvert	a	ABCbcF*
8	Ouvert	b	ABCacF*
9	Ouvert	c	ABCabF*

* Lorsque la tension d'essai entre bornes de l'appareil de connexion ouvert est plus élevée que la tension d'essai à la terre, il peut être nécessaire d'isoler convenablement le châssis F et les bornes de l'appareil de connexion, à l'exception de la borne opposée à la borne sous tension.

Les conditions d'essais nos 3, 6 et 9 peuvent être supprimées si les pôles extérieurs sont disposés symétriquement par rapport au pôle central et par rapport au châssis. Les conditions d'essais nos 7, 8 et 9 peuvent être supprimées si les bornes de chaque pôle sont disposées symétriquement par rapport au châssis.

that there is no risk of flashover between poles, all other dielectric tests may be made on a single pole.

When the manufacturer states that supplementary insulation such as tape or barriers is required to be used in service, such supplementary insulation shall also be used during the tests.

If arcing horns or rings are required for the purpose of system protection, they may be removed or their spacing increased for the purpose of the test. If they are required for gradient distribution, they shall remain in position for the test.

For switchgear and controlgear using compressed gas for insulation, dielectric tests shall be performed at minimum operating density.

The minimum operating density may be expressed as the pressure at the reference temperature of 20°C. If, at the time of the test, the temperature differs from 20°C, the pressure must be adjusted to correspond to the minimum operating density. The temperature and pressure of the gas during the tests shall be noted and recorded in the test report.

Note. - Caution. In the dielectric testing of switchgear and controlgear incorporating vacuum switching devices, precautions should be taken to ensure that the level of possible emitted X-radiation is within safe limits. National safety codes may influence the safety measures established.

6.1.4 Application of test voltage and test conditions

With reference to Figure 1, page 74, which shows a diagram of connection of a three-pole switching device, the test voltage shall be applied according to the following tables.

TABLE VIII

Impulse voltage tests and power-frequency voltage tests where the terminal opposite the energized terminal is earthed when testing the open switching device

Test condition No.	Switching device	Voltage applied to	Earth connected to
1	Closed	Aa	BCbcF
2	Closed	Bb	ACacF
3	Closed	Cc	ABabF
4	Open	A	BCabcF*
5	Open	B	ACabcF*
6	Open	C	ABabcF*
7	Open	a	ABCbcF*
8	Open	b	ABCacF*
9	Open	c	ABCabF*

* When the test voltage across the open switching device is higher than the test voltage to earth it may be necessary to insulate suitably the base F and the terminals of the switching device, except the terminal opposite the energized terminal.

Test conditions Nos. 3, 6 and 9 may be omitted if the arrangement of the outer poles is symmetrical with respect to the centre pole and the base. Test conditions Nos. 7, 8 and 9 may be omitted if the arrangement of the terminals of each pole is symmetrical with respect to the base.

TABLEAU IX

Essais de tension à fréquence industrielle utilisant deux sources de tension lorsque la tension est appliquée aux deux bornes lors des essais de l'appareil de connexion ouvert

Condition d'essai n°	Appareil de connexion	Tension appliquée à	Terre reliée à
1	Fermé	Aa	BCbcF
2	Fermé	Bb	ACacF
3	Fermé	Cc	ABabF
4	Ouvert	A et a	BCbcF
5	Ouvert	B et b	ACacF
6	Ouvert	C et c	ABabF

Les conditions d'essais n°s 3 et 6 peuvent être supprimées si les pôles extérieurs sont disposés symétriquement par rapport au pôle central et par rapport au châssis.

TABLEAU X

Essais de tension au choc lorsqu'un choc est appliqué à la borne opposée à la borne sous tension à fréquence industrielle lors des essais de l'appareil de connexion ouvert

Condition d'essai n°	Appareil de connexion	Tension appliquée à		Terre reliée à
		Chocs	Fréquence industrielle	
1	Fermé	Aa	-	BCbcF
2	Fermé	Bb	-	ACacF
3	Fermé	Cc	-	ABabF
4	Ouvert	A	a	BCbcF
5	Ouvert	B	b	ACacF
6	Ouvert	C	c	ABabF
7	Ouvert	a	A	BCbcF
8	Ouvert	b	B	ACacF
9	Ouvert	c	C	ABabF

Les conditions d'essais n°s 3, 6 et 9 peuvent être supprimées si les pôles extérieurs sont disposés symétriquement par rapport au pôle central et par rapport au châssis.

Les conditions d'essais n°s 7, 8 et 9 peuvent être supprimées si les bornes de chaque pôle sont disposées symétriquement par rapport au châssis.

6.1.5 Tensions d'essai

Les tensions de tenue assignées utilisées pour les essais prescrits aux paragraphes 6.1.6 et 6.1.7 et dans les publications particulières de la CEI doivent être conformes aux prescriptions des paragraphes 4.2.1, 4.2.2 et 4.2.3.

Dans les paragraphes suivants, U correspond à la tension assignée de l'appareillage.

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

L'appareillage doit être soumis à des essais de tension de choc de foudre. Les essais doivent être effectués avec des tensions des deux polarités, positive et négative, et en utilisant un choc de foudre normal 1,2/50, conformément à la Publication 60 de la CEI.

TABLE IX

Power-frequency voltage tests using two voltage sources where the voltage is applied to both terminals when testing the open switching device

Test condition No.	Switching device	Voltage applied to	Earth connected to
1	Closed	Aa	BCbcF
2	Closed	Bb	ACacF
3	Closed	Cc	ABabF
4	Open	A and a	BCbcF
5	Open	B and b	ACacF
6	Open	C and c	ABabF

Test conditions Nos. 3 and 6 may be omitted if the arrangement of the outer poles is symmetrical with respect to the centre pole and the base.

TABLE X

Impulse voltage tests where the impulse is applied on the terminal opposite the terminal energized by the power-frequency voltage when testing the open switching device

Test condition No.	Switching device	Voltage applied to		Earth connected to
		Impulse	Power-frequency	
1	Closed	Aa	-	BCbcF
2	Closed	Bb	-	ACacF
3	Closed	Cc	-	ABabF
4	Open	A	a	BCbcF
5	Open	B	b	ACacF
6	Open	C	c	ABabF
7	Open	a	A	BCbcF
8	Open	b	B	ACacF
9	Open	c	C	ABabF

Test conditions Nos. 3, 6 and 9 may be omitted if the arrangement of the outer poles is symmetrical with respect to the centre pole and the base.

Test conditions Nos. 7, 8 and 9 may be omitted if the arrangement of the terminals of each pole is symmetrical with respect to the base.

6.1.5 Test voltages

The rated withstand voltages to be used for the tests prescribed in Sub-clauses 6.1.6 and 6.1.7 and in the relevant IEC publications shall be in accordance with Sub-clauses 4.2.1, 4.2.2 and 4.2.3.

In the following sub-clauses, *U* indicates the rated voltage of the switchgear and control-gear.

6.1.6 Lightning and switching impulse voltage tests

The switchgear and controlgear shall be subjected to lightning impulse voltage dry tests. The tests shall be performed with voltages of both positive and negative polarity, using the standard lightning impulse 1.2/50, according to IEC Publication 60.

L'appareillage de tension assignée égale ou supérieure à 300 kV doit être soumis à des essais de tension de choc de manœuvre. Les essais doivent être effectués avec des tensions des deux polarités, positive et négative, et en utilisant le choc de manœuvre normal 250/2 500, conformément à la Publication 60 de la CEI. On doit effectuer des essais sous pluie seulement pour l'appareillage pour l'extérieur.

Pour les essais de l'appareil de connexion ouvert où la tension à fréquence industrielle est appliquée sur la borne opposée, chaque choc de foudre ou de manœuvre doit être synchronisé de telle façon que son application corresponde approximativement à la valeur de crête de la tension à fréquence industrielle de polarité opposée.

On doit appliquer 15 chocs consécutifs à la tension de tenue assignée pour chaque condition d'essai et pour chaque polarité. On doit considérer que l'appareil de connexion a satisfait à l'essai si le nombre de décharges disruptives sur une isolation autorégénératrice ne dépasse pas deux pour chaque série de 15 chocs et s'il ne se produit pas de décharge disruptive sur une isolation non autorégénératrice.

S'il est prouvé que les essais pour l'une des polarités donnent les résultats les plus défavorables, on peut n'effectuer les essais que pour cette polarité.

Notes 1. - Pour tenir compte de l'influence du choc sur l'onde de tension à fréquence industrielle, due au couplage capacitif entre les deux circuits de tension, on doit satisfaire aux prescriptions d'essai suivantes: lors de l'essai en position d'ouverture des appareils de connexion de tension assignée égale ou supérieure à 300 kV, la chute de tension de l'onde à fréquence industrielle, appliquée à l'une des bornes, doit être limitée de façon que la tension réelle par rapport à la terre, mesurée à l'instant correspondant à la valeur de crête du choc, ne soit pas inférieure à la valeur spécifiée $0,7 U\sqrt{2}/\sqrt{3}$ pour l'essai de tension de choc de foudre et $U\sqrt{2}/\sqrt{3}$ pour l'essai de tension de choc de manœuvre.

Pour obtenir ce résultat, on peut augmenter la tension à fréquence industrielle jusqu'à $U\sqrt{2}/\sqrt{3}$ pour l'essai de tension de choc de foudre et $1,2 U\sqrt{2}/\sqrt{3}$ pour l'essai de tension de choc de manœuvre, mais on ne doit pas dépasser ces valeurs.

La chute de tension peut être fortement réduite par l'utilisation d'un condensateur de valeur convenable, branché en parallèle sur la borne reliée à la source à fréquence industrielle.

2. - Les essais précédents n'ont pas pour but d'assurer la coordination de l'isolation à la terre par rapport à l'isolation entre les bornes de l'appareil de connexion en position d'ouverture. Pour obtenir une telle coordination, il est recommandé d'envisager l'utilisation de dispositifs de protection convenables, tels que des parafoudres et des éclateurs, en particulier pour les installations de tensions assignées égales ou supérieures à 100 kV.

3. - Quelques matériaux isolants conservent une charge après un essai de choc, et, dans ce cas, il est recommandé d'en tenir compte lors de l'inversion de la polarité. Pour décharger les matériaux isolants, on recommande avant les essais l'utilisation de méthodes appropriées, telles que l'application de chocs de polarité inversée à tension réduite.

4. - Par accord entre constructeur et utilisateur, l'essai de tenue conventionnel aux chocs peut être appliqué en remplacement de l'essai de tenue sous 15 chocs. Dans ce cas, l'essai sera exécuté en appliquant trois chocs consécutifs pour chaque polarité. On doit considérer que l'appareil de connexion a satisfait à l'essai, s'il ne se produit pas de décharge disruptive.

6.1.7 Essais de tenue à la tension à fréquence industrielle

L'appareillage doit être soumis à des essais de tenue à la tension à fréquence industrielle pendant 1 min, conformément à la Publication 60 de la CEI.

Pour l'appareillage de tension assignée inférieure à 300 kV, les essais doivent être effectués à sec et, pour l'appareillage pour l'extérieur, ces essais doivent également être effectués sous pluie. Pour chaque condition d'essai, la tension d'essai doit être élevée jusqu'à la tension de tenue assignée, comme spécifié aux paragraphes 4.2.1 et 4.2.2, et doit être maintenue pendant 1 min.

Pour l'appareillage de tension assignée égale ou supérieure à 300 kV, les essais doivent être effectués seulement à sec. La tension d'essai doit être élevée, pour chaque condition d'essai jusqu'à la valeur spécifiée au paragraphe 4.2.3, et doit être maintenue pendant 1 min.

On doit considérer que l'appareillage a satisfait à l'essai s'il ne se produit pas de décharge disruptive.

Switchgear and controlgear having rated voltages of 300 kV and above shall be subjected to switching impulse voltage tests. The tests shall be performed with voltages of both positive and negative polarity using the standard switching impulse 250/2 500, according to IEC Publication 60. Wet tests shall be performed for outdoor switchgear and controlgear only.

When testing open switching devices where power-frequency voltage shall be applied on the opposite terminal, each lightning or switching impulse shall be synchronized so that it is applied approximately in correspondence to the peak value of the opposite polarity of the power-frequency voltage.

Fifteen consecutive lightning or switching impulses at the rated withstand voltage shall be applied for each test condition and each polarity. The switching device shall be considered to have passed the test if the number of the disruptive discharges on self-restoring insulation does not exceed two for each series of 15 impulses and if no disruptive discharge on non-self-restoring insulation occurs.

If it is proved that tests for one polarity give the most unfavourable results, it is permissible to perform the test for this polarity only.

Notes 1. - To take into account the problem of the influence of the impulse on the power-frequency voltage wave caused by capacitive coupling between the two voltage circuits, the following test requirements shall be fulfilled: When testing open switching devices having rated voltages of 300 kV and above, the voltage drop on the power-frequency wave, applied to one terminal, shall be limited so that the actual test voltage to ground, measured in correspondence to the peak value of the impulse, is not less than the specified value $0.7 U \sqrt{2}/\sqrt{3}$ for the lightning impulse test and $U \sqrt{2}/\sqrt{3}$ for the switching impulse test.

To achieve such a condition, the power-frequency voltage can be increased up to, but not more than $U \sqrt{2}/\sqrt{3}$ for the lightning impulse test and not more than $1.2 U \sqrt{2}/\sqrt{3}$ for the switching impulse test.

The voltage drop can be greatly reduced by using a capacitor of a convenient value connected in parallel to the terminal of the power-frequency side.

2. - The above tests are not intended to ensure the co-ordination of the insulation to earth with respect to the insulation across the open switching device. To achieve such a co-ordination the use of suitable protective devices, such as surge arresters and spark gaps, should be considered, particularly for installations having a rated voltage of 100 kV and above.
3. - Some insulating materials retain a charge after an impulse test and for these cases care should be taken when reversing the polarity. To allow the discharge of insulating materials, the use of appropriate methods, such as the application of impulses of the reverse polarity at lower voltage before the tests, is recommended.
4. - By agreement between manufacturer and user, the conventional impulse withstand test may be applied as an alternative to the fifteen impulses withstand test. In this case, the test shall be performed by applying three consecutive impulses for each polarity. The switching device shall be considered to have passed the test if no disruptive discharge occurs.

6.1.7 Power-frequency voltage withstand tests

Switchgear and controlgear shall be subjected to 1 min power-frequency voltage withstand tests in accordance with IEC Publication 60.

For switchgear and controlgear having a rated voltage lower than 300 kV, the tests shall be performed in dry conditions, and for outdoor switching devices, the tests shall also be performed in wet conditions. The test voltage shall be raised, for each test condition to the rated withstand voltage as specified in Sub-clauses 4.2.1 and 4.2.2 and shall be maintained for 1 min.

For switchgear and controlgear having a rated voltage of 300 kV and above, the tests shall be performed in dry conditions only. The test voltage shall be raised, for each test condition, to the value specified in Sub-clause 4.2.3 and shall be maintained for 1 min.

The switchgear and controlgear shall be considered to have passed the test if no disruptive discharge occurs.

6.1.8 *Essais de pollution artificielle*

Les essais de pollution artificielle ont pour but de fournir des informations sur le comportement de l'isolation externe dans des conditions correspondant à la contamination en service. Toutefois, ces essais ne représentent pas nécessairement une condition particulière de service.

Ces essais s'appliquent seulement à l'appareillage pour l'extérieur et ne doivent être effectués qu'en cas d'accord spécial entre constructeur et utilisateur. Sauf spécification contraire dans les normes particulières, les essais doivent être effectués sur un seul pôle de l'appareil de connexion en position de fermeture, pour les sectionneurs de terre dans la seule position d'ouverture, en vue de fournir des informations sur le comportement de l'isolation par rapport à la terre.

Etant donné que la méthode d'essai la plus adaptée à l'appareillage et que le degré maximal de pollution acceptable dans des conditions de service données sont encore à l'étude, lorsqu'un accord a prévu d'effectuer des essais de pollution artificielle, le degré de pollution spécifié et la méthode d'essai doivent, après accord entre le constructeur et l'utilisateur, être choisis parmi ceux décrits dans le rapport correspondant de la CEI, Publication 507 (voir aussi la Publication 60 de la CEI).

6.1.9 *Essais de décharges partielles*

Les essais de décharges partielles, lorsqu'ils sont demandés, sont prescrits dans les normes particulières de la CEI. Pour la mesure des décharges partielles, voir la Publication 270 de la CEI.

6.1.10 *Essais des circuits auxiliaires et de commande*

Les circuits auxiliaires et de commande de l'appareillage doivent être soumis à des essais de tenue à la tension à fréquence industrielle pendant 1 min:

- a) entre les circuits auxiliaires et de commande reliés entre eux et le bâti de l'appareil de connexion;
- b) si cela est réalisable, entre chaque partie des circuits auxiliaires et de commande, qui peut être isolée des autres parties en service normal, et les autres parties, reliées entre elles et au bâti.

La tension d'essai doit être 2 000 V. On doit considérer que les circuits auxiliaires et de commande de l'appareil de connexion ont satisfait à l'essai s'il ne se produit pas de décharge disruptive pendant les essais.

Normalement, la tension d'essai des moteurs et des autres équipements utilisés dans les circuits auxiliaires et de commande doit être la même que celle de ces circuits. Si ces appareils ont déjà été essayés conformément à leur propre spécification, ils peuvent être déconnectés pendant ces essais.

Note. - Après accord entre constructeur et utilisateur, on peut adopter des méthodes d'essai et des valeurs différentes lorsqu'on utilise des composants électroniques dans les circuits auxiliaires ou de commande.

6.2 *Essais de tension de perturbation radioélectrique*

Ces essais concernent seulement l'appareillage de tension assignée égale ou supérieure à 123 kV et ces essais doivent être effectués lorsqu'ils sont spécifiés dans les normes particulières de la CEI.

La tension d'essai doit être appliquée comme suit:

- a) en position de fermeture entre les bornes et le châssis relié à la terre;

6.1.8 *Artificial pollution tests*

Artificial pollution tests are intended to provide information on the behaviour of external insulation under conditions representative of pollution in service, although they do not necessarily simulate any particular service condition.

These tests apply only to outdoor switchgear and controlgear and shall be performed only by special agreement between manufacturer and user. Unless otherwise specified in the relevant standards, tests shall be performed on one single pole of the switching device in closed position, for earthing switches in open position only, to provide information on the behaviour of insulation to earth.

Since the most appropriate testing method for switchgear and controlgear and the maximum degree of pollution acceptable with reference to service conditions are still under consideration, in cases where artificial pollution tests are agreed, the specified degree of pollution and the testing method, subject to agreement between manufacturer and user, shall be chosen from those described by the relevant IEC report, Publication 507 (see also IEC Publication 60).

6.1.9 *Partial discharge tests*

Partial discharge tests, if required, are prescribed in the relevant IEC standards. For partial discharge measurement, see IEC Publication 270.

6.1.10 *Test on auxiliary and control circuits*

Auxiliary and control circuits of switchgear and controlgear shall be subjected to 1 min power-frequency voltage withstand tests:

- a) between the auxiliary and control circuits connected together as a whole and the base of the switching device;
- b) if practicable, between each part of the auxiliary and control circuits, which in normal use may be insulated from the other parts, and the other parts connected together and to the base.

The test voltage shall be 2 000 V. The auxiliary and control circuits of the switching device shall be considered to have passed the test if no disruptive discharge occurs during each test.

Normally, the test voltage of motors and other devices used in the auxiliary and control circuits shall be the same as the test voltage of those circuits. If such apparatus has already been tested in accordance with the appropriate specification, it may be disconnected for these tests.

Note. - Where electronic components are used in auxiliary or control circuits, different testing procedures and values may be adopted subject to agreement between manufacturer and user.

6.2 *Radio interference voltage (r.i.v.) test*

These tests apply only to switchgear and controlgear having a rated voltage of 123 kV and above, and shall be made when specified in the relevant IEC standards.

The test voltage shall be applied as follows:

- a) in closed position, between the terminals and the earthed base;

b) en position d'ouverture entre une borne et les autres bornes connectées au châssis lui-même relié à la terre, puis avec les connexions inversées si l'appareil de connexion n'est pas symétrique.

La cabine, la cuve, le châssis et les autres éléments normalement reliés à la terre doivent être connectés à la terre. On doit prendre soin d'éviter que des objets reliés ou non à la terre et situés à proximité de l'appareillage et du circuit d'essai et de mesure n'influencent les mesures.

L'appareillage doit être sec et propre et sa température doit être approximativement celle de la salle dans laquelle on effectue l'essai. Il ne doit pas être soumis à d'autres essais diélectriques dans les deux heures qui précèdent le présent essai.

Les connexions d'essai et leurs extrémités ne doivent pas provoquer de perturbations radioélectriques de valeurs supérieures à celles qui sont indiquées ci-dessous.

Le circuit de mesure (voir la figure 2, page 75) doit être conforme à la Publication 16 du Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques (C.I.S.P.R.). Le circuit de mesure doit être accordé de préférence pour une fréquence de 0,5 MHz à 10% près, mais d'autres fréquences comprises entre 0,5 MHz et 2 MHz pourront être utilisées; la fréquence de mesure doit être notée. Les résultats doivent être exprimés en microvolts.

Si on utilise des impédances de mesure différentes de celles qui sont spécifiées dans les publications du C.I.S.P.R., ces impédances ne doivent pas être supérieures à 600 Ω ni inférieures à 30 Ω ; dans tous les cas, le déphasage ne doit pas dépasser 20°. La tension équivalente de perturbation radioélectrique pour 300 Ω peut être calculée en supposant que la tension mesurée est directement proportionnelle à la résistance, sauf pour les objets essayés de grande capacité, pour lesquels une correction effectuée suivant cette méthode peut être imprécise. Par conséquent, on recommande d'utiliser une résistance de 300 Ω pour l'appareillage comportant des traversées munies de brides mises à la terre (par exemple disjoncteurs à cuve mise à la terre).

Le filtre F doit avoir une impédance élevée, de telle sorte que l'impédance entre le conducteur à haute tension et la terre ne soit pas shuntée de façon appréciable lorsqu'elle est vue de l'appareillage en essai. Ce filtre réduit également les courants de fréquence radioélectrique qui circulent dans le circuit d'essai et qui sont produits par le transformateur à haute tension ou recueillis à partir de sources étrangères au circuit. On a trouvé que la valeur appropriée de cette impédance était comprise entre 10 000 Ω et 20 000 Ω à la fréquence de mesure.

On doit s'assurer par des moyens convenables que le niveau de fond des perturbations (niveau de perturbation dû au champ extérieur et au transformateur haute tension lorsque son circuit magnétique est soumis à la pleine tension d'essai) est inférieur d'au moins 6 dB et de préférence 10 dB au niveau de perturbation spécifié pour l'appareillage à essayer. Les méthodes d'étalonnage des instruments de mesure sont indiquées dans la Publication 16 du C.I.S.P.R. Les méthodes d'étalonnage du circuit de mesure sont à l'étude par le C.I.S.P.R.

Etant donné que le niveau de perturbation radioélectrique peut être affecté par des fibres ou des poussières qui se déposent sur les isolateurs, il est permis d'essayer les isolateurs avec un chiffon propre avant d'effectuer une mesure. Les conditions atmosphériques pendant l'essai seront notées. On ne connaît pas les facteurs de correction à appliquer aux essais de perturbations radioélectriques, mais on sait que ces essais peuvent être sensibles à une humidité relative élevée et on peut douter de la valeur des résultats des essais si l'humidité relative est supérieure à 80%.

La méthode d'essai suivante doit être suivie:

Une tension $1,1 U/\sqrt{3}$ doit être appliquée à l'appareillage et maintenue pendant au moins 5 min, U étant la tension assignée de l'appareillage. La tension doit alors être réduite par paliers jusqu'à $0,3 U/\sqrt{3}$, puis augmentée de nouveau par paliers jusqu'à la valeur initiale et

- b) in open position, between one terminal and the other terminals connected to the earthed base and then with the connections reversed if the switching device is not symmetrical.

The case, tank, base and other normally earthed parts shall be connected to earth. Care should be taken to avoid influencing the measurements by earthed or unearthed objects near to the switchgear and controlgear and to the test and measuring circuit.

The switchgear and controlgear shall be dry and clean and at approximately the same temperature as the room in which the test is made. It should not be subjected to other dielectric tests within 2 h prior to the present test.

The test connections and their ends shall not be a source of radio interference voltage of higher values than those indicated below.

The measuring circuit (see Figure 2, page 75) shall comply with International Special Committee on Radio Interference (C.I.S.P.R.) Publication 16. The measuring circuit shall preferably be tuned to a frequency within 10% of 0.5 MHz but other frequencies in the range 0.5 MHz to 2 MHz may be used, the measuring frequency being recorded. The results shall be expressed in microvolts.

If measuring impedances different from those specified in C.I.S.P.R. publications are used, they shall be not more than 600 Ω nor less than 30 Ω ; in any case the phase angle shall not exceed 20°. The equivalent radio interference voltage referred to 300 Ω can be calculated, assuming the measured voltage to be directly proportional to the resistance, except for test pieces of large capacitance, for which a correction made on this basis may be inaccurate. Therefore, a 300 Ω resistance is recommended for switchgear and controlgear with bushings with earthed flanges (e.g. dead tank circuit-breakers).

The filter F shall have a high impedance so that the impedance between the high-voltage conductor and earth is not appreciably shunted as seen from the switchgear and controlgear under test. This filter also reduces circulating radio-frequency currents in the test circuit, generated by the high-voltage transformer or picked up from extraneous sources. A suitable value for its impedance has been found to be 10 000 Ω to 20 000 Ω at the measuring frequency.

It shall be ensured by suitable means that the radio interference background level (radio interference level caused by external field and by the high-voltage transformer when magnetized at the full test voltage) is at least 6 dB and preferably 10 dB below the specified radio interference level of the switchgear and controlgear to be tested. Calibration methods for the measuring instrument are given in C.I.S.P.R. Publication 16. Calibration methods for the measuring circuit are under consideration by C.I.S.P.R.

As the radio interference level may be affected by fibres or dust settling on the insulators, it is permitted to wipe the insulators with a clean cloth before taking a measurement. The atmospheric conditions during the test shall be recorded. It is not known what correction factors apply to radio interference testing but it is known that tests may be sensitive to high relative humidity and the results of test may be open to doubt if the relative humidity exceeds 80%.

The following test procedure shall be followed:

A voltage $1.1 U/\sqrt{3}$ shall be applied to the switchgear and controlgear and maintained for at least 5 min, U being the rated voltage of the switchgear and controlgear. The voltage shall then be decreased by steps down to $0.3 U/\sqrt{3}$, raised again by steps to the initial value and finally

finaleme nt réduite par paliers jusqu'à $0,3 U/\sqrt{3}$. A chaque palier, une mesure du niveau des perturbations radioélectriques doit être effectuée et les niveaux, tels qu'ils sont enregistrés pendant la dernière série de descente de tension, seront notés en fonction de la tension appliquée; la courbe ainsi obtenue est la caractéristique de perturbation radioélectrique de l'appareillage. L'amplitude des paliers de tension doit être approximativement égale à $0,1 U/\sqrt{3}$.

Note. - Cette procédure est à l'étude par le C.I.S.P.R.

On doit considérer que l'appareillage a satisfait à l'essai si le niveau de perturbation radioélectrique à une tension de $1,1 U/\sqrt{3}$ ne dépasse pas $2\ 500\ \mu\text{V}$.

6.3 Essais d'échauffement

6.3.1 Etat de l'appareil de connexion en essai

Sauf spécification contraire dans les publications particulières, l'essai d'échauffement des circuits principaux est effectué sur un appareil de connexion en position de fermeture, neuf et muni de contacts propres.

6.3.2 Disposition de l'appareil

L'essai est effectué à l'intérieur dans un environnement pratiquement exempt de courants d'air, exception faite de ceux provoqués par l'échauffement de l'appareil de connexion en essai. En pratique, cette condition est obtenue lorsque la vitesse de déplacement de l'air ne dépasse pas $0,5\ \text{m/s}$.

Pour les essais d'échauffement des parties autres que les équipements auxiliaires, l'appareil de connexion et ses accessoires sont montés approximativement comme en service, en ce qui concerne les points importants, avec tous les capots normalement prévus pour les différentes parties de l'appareil de connexion, et sont protégés contre des échauffements ou des refroidissements externes anormaux.

Lorsque, selon les instructions du constructeur, l'appareil de connexion peut être installé dans différentes positions, l'essai d'échauffement est effectué dans la position la plus défavorable.

Ces essais sont, en principe, effectués sur des appareils de connexion tripolaires, mais ils peuvent être effectués sur un seul pôle ou sur un seul élément si l'influence des autres pôles ou éléments est négligeable. C'est le cas général de l'appareillage nu. Pour les appareils de connexion tripolaires dont le courant assigné ne dépasse pas $630\ \text{A}$, les essais peuvent être effectués avec tous les pôles raccordés en série.

Pour les appareils de connexion, en particulier les appareils de connexion de grandes dimensions, pour lesquels l'isolation à la terre n'a pas d'influence appréciable sur l'échauffement, cette isolation peut être sensiblement réduite.

Les connexions provisoires au circuit principal sont réalisées de telle sorte qu'aucune quantité appréciable de chaleur ne soit enlevée de l'appareil de connexion ni ne lui soit fournie pendant l'essai. L'échauffement est mesuré aux bornes du circuit principal et sur les connexions provisoires à une distance de $1\ \text{m}$ des bornes. La différence d'échauffement ne doit pas dépasser 5°C . Le type et les dimensions des connexions provisoires doivent être indiqués dans le rapport d'essai.

Note. - Afin de rendre l'essai d'échauffement plus reproductible, le type et/ou les dimensions des connexions provisoires peuvent être spécifiés dans des publications correspondantes.

Pour les appareils de connexion tripolaires, l'essai est effectué dans un circuit triphasé, à l'exception des cas mentionnés ci-dessus.

L'essai est effectué avec le courant assigné en service continu de l'appareil de connexion. Le courant d'alimentation doit être pratiquement sinusoïdal.

decreased by steps to $0.3 U/\sqrt{3}$. At each step a radio interference measurement shall be taken and the radio interference level, as recorded during the last series of voltage reductions, shall be plotted versus the applied voltage; the curve so obtained is the radio interference characteristic of the switchgear and controlgear. The amplitude of voltage steps shall be approximately $0.1 U/\sqrt{3}$.

Note. - This procedure is under consideration by C.I.S.P.R.

The switchgear and controlgear shall be considered to have passed the test if the radio interference level at $1.1 U/\sqrt{3}$ does not exceed $2\ 500\ \mu\text{V}$.

6.3 *Temperature-rise tests*

6.3.1 *Conditions of the switching device to be tested*

Unless otherwise specified in the relevant publications, the temperature-rise test of the main circuits shall be made on a new switching device in the closed position with clean contacts.

6.3.2 *Arrangement of the equipment*

The test shall be made indoors in an environment substantially free from air currents, except those generated by heat from the switching device being tested. In practice, this condition is reached when the air velocity does not exceed $0.5\ \text{m/s}$.

For temperature-rise tests of parts other than auxiliary equipment, the switching device and its accessories shall be mounted in all significant respects as in service, including all normal covers of any part of the switching device, and shall be protected against undue external heating or cooling.

When the switching device, according to the manufacturer's instructions, may be installed in different positions, the temperature-rise test shall be made in the most unfavourable position.

These tests shall be made in principle on three-pole switching devices but may be made on a single-pole or on a single unit provided the influence of the other poles or units is negligible. This is the general case for non-enclosed switchgear. For three-pole switching devices with a rated current not exceeding $630\ \text{A}$, the tests may be made with all poles connected in series.

For switching devices, particularly large switching devices, for which the insulation to earth has no significant influence on temperature rises, that insulation may be appreciably reduced.

Temporary connections to the main circuit shall be such that no significant amount of heat is conducted away from, or conveyed to, the switching device during the test. The temperature rise at the terminals of the main circuit, and at the temporary connections at a distance of $1\ \text{m}$ from the terminals, shall be measured. The difference of temperature rise shall not exceed 5°C . The type and sizes of the temporary connections shall be recorded in the test report.

Note. - To make the temperature-rise test more reproducible, type and/or sizes for the temporary connections may be specified in relevant publications.

For three-pole switching devices, the test shall be made in a three-phase circuit with the exceptions mentioned above.

The test shall be made with the rated normal current of the switching device. The supply current shall be practically sinusoidal.

A l'exception des équipements auxiliaires prévus pour le courant continu, les appareils de connexion sont essayés à la fréquence assignée avec une tolérance de +2% et de -5%. La fréquence d'essai doit être indiquée dans le rapport d'essai.

Note. - Pour la commodité des essais, des tolérances supérieures peuvent être nécessaires. Si ces écarts sont appréciables, par exemple lorsque des appareils de connexion de fréquence assignée 50 Hz sont essayés à 60 Hz et vice versa, il convient d'interpréter les résultats avec précaution.

L'essai est effectué pendant une période de temps suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur constante. En pratique, cette condition est généralement réalisée lorsque l'élévation de l'échauffement n'excède pas 1K en 1 h. Une attention particulière doit être donnée aux appareils ayant une constante de temps thermique élevée.

Le temps nécessaire pour l'essai complet peut être réduit par préchauffage du circuit avec un courant d'une valeur plus élevée, sauf lorsque la mesure de la constante de temps thermique est prescrite.

6.3.3 *Mesure de la température et de l'échauffement*

Toutes précautions doivent être prises pour réduire les variations et les erreurs dues à l'inertie thermique entre l'appareil de connexion et les variations de la température de l'air ambiant.

Pour les bobines, la méthode de mesure de l'échauffement par variation de résistance doit être normalement employée. D'autres méthodes ne sont autorisées que s'il est impossible d'utiliser la méthode par variation de résistance.

La température des différentes parties autres que les bobines pour lesquelles des limites sont spécifiées est mesurée avec des thermomètres ou des thermocouples de type convenable, placés au point le plus chaud accessible. L'échauffement est enregistré à des intervalles réguliers au cours de l'essai, lorsque le calcul de la constante de temps thermique est nécessaire.

La température à la surface d'un composant immergé dans un diélectrique liquide est mesurée uniquement avec des thermocouples fixés à la surface de ce composant. La température du diélectrique liquide lui-même est mesurée à la partie supérieure du diélectrique.

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

- a) les réservoirs des thermomètres ou des thermocouples doivent être protégés contre le refroidissement venant de l'extérieur (laine sèche et propre, etc.). La surface protégée doit cependant être négligeable en comparaison de la surface de refroidissement de l'appareil en essai;
- b) une bonne conductivité thermique entre le thermomètre ou le thermocouple et la surface de la partie en essai doit être assurée;
- c) lorsque des thermomètres à réservoir sont employés à des endroits où existent des champs magnétiques variables, il est recommandé d'employer des thermomètres à alcool de préférence aux thermomètres à mercure, ces derniers pouvant être influencés dans ces conditions.

6.3.4 *Température de l'air ambiant*

La température de l'air ambiant est la température moyenne de l'air environnant l'appareil de connexion (pour des appareils de connexion sous enveloppe, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe). Elle est mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai, au moyen d'au moins trois thermomètres, thermocouples ou autres dispositifs capteurs de température disposés régulièrement autour de l'appareil de connexion à environ la hauteur moyenne des éléments traversés par le courant et à une distance d'environ 1 m de l'appareil de connexion. Les thermomètres ou les thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les influences anormales de la chaleur.

Switching devices with the exception of d.c. auxiliary equipment are tested at rated frequency with a tolerance of +2% and -5%. The test frequency shall be recorded in the test report.

Note. - For convenience of testing, wider tolerances may be necessary. If these deviations are appreciable, i.e. when switching devices rated for 50 Hz are tested at 60 Hz and vice versa, care should be taken in the interpretation of results.

The test shall be made over a period of time sufficient for the temperature rise to reach a constant value. This condition is usually obtained when the increase of temperature rise does not exceed 1K in 1 h. Special attention shall be paid to equipment with large thermal time constant.

The time for the whole test may be shortened by preheating the circuit with a higher value of current, except where the measurement of thermal time constant is required.

6.3.3 *Measurement of the temperature and the temperature rise*

Precautions shall be taken to reduce the variations and the errors due to the time lag between the temperature of the switching device and the variations in the ambient air temperature.

For coils, the method of measuring the temperature rise by variation of resistance shall normally be used. Other methods are permitted only if it is impracticable to use the resistance method.

The temperature of the various parts other than coils for which limits are specified shall be measured with thermometers or thermocouples, of any suitable type, placed at the hottest accessible point. The temperature rise shall be recorded at regular intervals throughout the test when the calculation of the thermal time constant is needed.

The surface temperature of a component immersed in a liquid dielectric shall be measured only by thermocouples attached to the surface of this component. The temperature of the liquid dielectric itself shall be measured in the upper layer of the dielectric.

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

- a) the bulbs of the thermometers or thermocouples shall be protected against cooling from outside (dry clean wool, etc.). The protected area shall, however, be negligible compared with the cooling area of the apparatus under test.
- b) good heat conductivity between the thermometer or thermocouple and the surface of the part under test shall be ensured;
- c) when bulb thermometers are employed in places where there is any varying magnetic field, it is recommended to use alcohol thermometers in preference to mercury thermometers, as the latter are more liable to be influenced under these conditions.

6.3.4 *Ambient air temperature*

The ambient air temperature is the average temperature of the air surrounding the switching device (for enclosed switching devices, it is the air outside the enclosure). It shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least three thermometers, thermocouples or other temperature-detecting devices equally distributed around the switching device at about the average height of its current-carrying parts and at a distance of about 1 m from the switching device. The thermometers or thermocouples shall be protected against air currents and undue influence of heat.

En vue d'éviter des erreurs d'indication du fait de variations rapides de température, les thermomètres ou les thermocouples peuvent être placés dans de petits flacons contenant environ un demi-litre d'huile.

Pendant le dernier quart de la période d'essai, la variation de la température de l'air ambiant ne doit pas dépasser 1°C en 1 h. Si cela n'est pas possible du fait des conditions de température défavorables du local d'essai, la température d'un appareil de connexion identique placé dans les mêmes conditions, mais sans courant, peut être prise pour remplacer la température de l'air ambiant. Cet appareil de connexion supplémentaire ne doit pas être soumis à une quantité de chaleur excessive.

La température de l'air ambiant pendant les essais doit être comprise entre +10°C et +40°C. Aucune correction des échauffements observés n'est faite pour des températures de l'air ambiant comprises dans ces limites.

6.3.5 Essai d'échauffement des équipements auxiliaires

L'essai est effectué avec le courant d'alimentation spécifié (courant alternatif ou courant continu) et pour le courant alternatif à sa fréquence assignée (tolérance +2% et -5%).

Note. - Pour la commodité des essais, des tolérances supérieures peuvent être nécessaires. Si ces écarts sont appréciables, par exemple lorsque des équipements auxiliaires de fréquence nominale 50 Hz sont essayés à 60 Hz et vice versa, il convient d'interpréter les résultats avec précaution.

Les équipements auxiliaires sont essayés à leur tension assignée d'alimentation ou à leur courant assigné. La tension d'alimentation en courant alternatif doit être pratiquement sinusoïdale.

Les bobines prévues pour un fonctionnement continu sont essayées pendant une période de temps suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur constante. En pratique, cette condition est obtenue lorsque la variation n'excède pas 1 K en 1 h.

Pour les circuits qui ne sont sous tension que pendant des manœuvres de fermeture ou d'ouverture, les essais sont effectués dans les conditions suivantes:

- a) lorsque l'appareil de connexion est muni d'un dispositif automatique de coupure du circuit auxiliaire à la fin de la manœuvre, le circuit est mis sous tension dix fois de suite pendant 1 s ou jusqu'à l'intervention du dispositif automatique de coupure, l'intervalle de temps entre chaque mise sous tension étant de 2 s ou, si la construction de l'appareil de connexion ne le permet pas, le plus court intervalle possible;
- b) lorsque l'appareil de connexion n'est pas muni d'un dispositif automatique de coupure du circuit auxiliaire à la fin de la manœuvre, un essai complémentaire est effectué après refroidissement en maintenant le circuit sous tension pendant 15 s.

6.3.6 Interprétation des essais d'échauffement

L'échauffement des différentes parties de l'appareil de connexion ou des équipements auxiliaires pour lesquelles des limites sont spécifiées ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées dans le tableau V. Sinon, l'appareil de connexion est considéré comme n'ayant pas satisfait à l'essai.

Lorsque les contacts d'arc sont en cuivre nu, distincts des contacts principaux mais en parallèle avec ceux-ci, l'échauffement des contacts principaux ne doit pas dépasser les valeurs indiquées pour eux dans le tableau V et l'échauffement des contacts d'arc ne doit pas atteindre une valeur telle que leur élasticité soit diminuée ou que les pièces voisines soient endommagées. S'il n'est pas certain dans ce cas que le courant traversant les contacts d'arc soit faible comparé au courant traversant les contacts principaux, un second essai est effectué en isolant électriquement les contacts d'arc. Au cours de cet essai, l'échauffement des contacts principaux ne doit pas dépasser les valeurs données pour eux dans le tableau V.

In order to avoid indication errors because of rapid temperature changes, the thermometers or thermocouples may be put into small bottles containing about half a litre of oil.

During the last quarter of the test period, the change of ambient air temperature shall not exceed 1 °C in 1 h. If this is not possible because of unfavourable temperature conditions of the test room, the temperature of an identical switching device under the same conditions, but without current, can be taken as a substitute for the ambient air temperature. This additional switching device shall not be subjected to an undue amount of heat.

The ambient air temperature during tests shall be more than +10 °C but less than +40 °C. No correction of the temperature-rise values shall be made for ambient air temperatures within this range.

6.3.5 *Temperature-rise test of the auxiliary equipment*

The test is made with the specified supply (a.c. or d.c.) and for a.c. at its rated frequency (tolerance +2%, -5%).

Note. - For convenience of testing, wider tolerances may be necessary. If the deviations are appreciable, i.e. when auxiliary equipment rated for 50 Hz is tested at 60 Hz and vice versa, care should be taken in the interpretation of results.

The auxiliary equipment shall be tested at its rated supply voltage or at its rated current. The a.c. supply voltage shall be practically sinusoidal.

Continuously rated coils shall be tested over a period of time sufficient for the temperature rise to reach a constant value. This condition is usually obtained when the variation does not exceed 1 K in 1 h.

For circuits energized only during switching operations, the tests shall be made under the following conditions:

- a) when the switching device has an automatic breaking device for interruption of the auxiliary circuit at the end of the operation, the circuit shall be energized ten times, for either 1 s or until the automatic breaking device operates, the interval between the instant of each energizing being 2 s or, if the construction of the switching device does not permit this, the lowest interval possible,
- b) when the switching device has no automatic breaking device for interruption of the auxiliary circuit at the end of the operation, an additional test shall be made after cooling down by energizing the circuit once for a duration of 15 s.

6.3.6 *Interpretation of the temperature-rise tests*

The temperature rise of the various parts of the switching device or auxiliary equipment for which limits are specified, shall not exceed the values specified in Table V. Otherwise, the switching device shall be considered to have failed the test.

When the arcing contacts are bare copper contacts and are separate from but in parallel with the main contacts, the temperature rise of the main contacts shall not exceed the values given for them in Table V and the temperature rise of the arcing contacts shall not be so great as to cause damage to surrounding parts or impair the elasticity of the arcing contacts. If any doubt exists in this case that the current passing through the arcing contacts is small in comparison with the current in the main contacts, a second test is carried out by electrically insulating the arcing contacts. During this test the temperature rise of the main contacts shall not exceed the values given for them in Table V.

Si l'isolation d'une bobine est constituée de plusieurs matériaux isolants différents, l'échauffement admissible de cette bobine doit correspondre au matériau isolant ayant la plus basse limite d'échauffement.

Si l'appareil de connexion est muni de différents équipements répondant à des normes particulières (par exemple, redresseurs, moteurs, interrupteurs à basse tension, etc.), l'échauffement de tels équipements ne doit pas dépasser les limites spécifiées dans les publications correspondantes.

6.4 *Mesure de la résistance du circuit principal*

La mesure de la résistance du circuit principal est effectuée pour permettre la comparaison entre l'appareil de connexion soumis à l'essai de type d'échauffement et tous les autres appareils de connexion du même type soumis aux essais individuels.

La mesure est effectuée en courant continu en mesurant la chute de tension ou la résistance entre les bornes de chaque pôle. Une attention particulière doit être donnée à l'appareillage sous enveloppe (voir les publications correspondantes).

Au cours de l'essai, le courant doit avoir une valeur quelconque convenable comprise entre 50 A et le courant assigné en service continu.

La mesure de la chute de tension en courant continu ou de la résistance doit être effectuée avant l'essai d'échauffement, l'appareil de connexion se trouvant à la température de l'air ambiant et après l'essai d'échauffement lorsque l'appareil s'est refroidi jusqu'à une température égale à celle de l'air ambiant. Les résistances mesurées au cours de ces deux essais ne doivent pas différer de plus de 20%.

La valeur mesurée de la chute de tension en courant continu ou de la résistance doit être indiquée dans le rapport d'essais de type, de même que les conditions générales au cours de l'essai (courant, température de l'air ambiant, points de mesure, etc.).

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

Les circuits principaux et, s'il y a lieu, les circuits de mise à la terre de l'appareil mécanique de connexion sont soumis à un essai destiné à vérifier leur aptitude à supporter la valeur de crête du courant admissible et le courant de courte durée admissible assignés.

L'essai est effectué à la fréquence assignée avec une tolérance de $\pm 10\%$, à une tension convenable et à partir d'une température de l'air ambiant convenable.

Note. – Pour la commodité des essais, des tolérances plus larges sur la fréquence assignée peuvent être nécessaires. Si les différences sont importantes, par exemple lorsque les appareils mécaniques de connexion ayant une fréquence assignée de 50 Hz sont essayés à 60 Hz et vice versa, il convient d'interpréter les résultats avec précaution.

6.5.1 *Disposition de l'appareil mécanique de connexion et du circuit d'essai*

L'appareil mécanique de connexion est monté sur son propre châssis ou sur un châssis équivalent et équipé de son propre dispositif de commande, pour autant que cela soit nécessaire à la représentativité de l'essai. Il doit être en position de fermeture et muni de contacts propres et neufs.

Chaque essai est précédé d'une manœuvre à vide de l'appareil de connexion.

L'essai peut être effectué en triphasé ou en monophasé. Dans le cas de l'essai monophasé, les dispositions suivantes sont applicables:

- sur un appareil de connexion tripolaire, l'essai est effectué sur deux pôles voisins;

If the insulation of a coil is made of several different insulating materials, the permissible temperature rise of the coil shall be taken as that for the insulating material with the lowest limit of temperature rise.

If the switching device is fitted with various equipment complying with particular standards (for example, rectifiers, motors, low-voltage switches, etc.), the temperature rise of such equipment shall not exceed the limits specified in the relevant publications.

6.4 *Measurement of the resistance of the main circuit*

This measurement of the resistance of the main circuit shall be made for comparison between the switching device type tested for temperature rise and all other switching devices of the same type subjected to routine tests.

The measurement shall be made with d.c. by measuring the voltage drop or resistance across the terminals of each pole. Special consideration shall be given to enclosed switchgear (see the relevant publications).

The current during the test shall have any convenient value between 50 A and the rated normal current.

The measurement of the d.c. voltage drop or the resistance shall be made before the temperature-rise test, with the switching device at the ambient air temperature and after the temperature-rise test when the switching device has cooled to a temperature equal to the ambient air temperature. The measured resistances in these two tests shall not differ by more than 20%.

The measured value of the d.c. voltage drop or the resistance shall be given in the type-test report, as well as the general conditions during the test (current, ambient air temperature, points of measurement, etc.).

6.5 *Short-time withstand current and peak withstand current tests*

Main circuits and, where applicable, the earthing circuits of the mechanical switching device shall be subjected to a test to prove their ability to carry the rated peak withstand current and the rated short-time withstand current.

The test shall be made at the rated frequency with a tolerance of $\pm 10\%$ at any suitable voltage and starting at any convenient ambient temperature.

Note. - For convenience of testing, wider tolerances of the rated frequency may be necessary. If the deviations are appreciable, i.e. when mechanical switching devices rated for 50 Hz are tested at 60 Hz and vice versa, care should be taken in the interpretation of results.

6.5.1 *Arrangement of the mechanical switching device and of the test circuit*

The mechanical switching device shall be mounted on its own support or on an equivalent support and installed with its own operating device as far as necessary to make the test representative. It shall be in the closed position and fitted with clean contacts in new condition.

Each test shall be preceded by a no-load operation of the mechanical switching device.

The test may be made three-phase or single-phase. In the case of a single-phase test, the following shall apply:

- on a three-pole mechanical switching device, the test shall be made on two adjacent poles;

- dans le cas d'un appareil mécanique de connexion à pôles séparés, l'essai peut être effectué soit sur deux pôles voisins, soit sur un seul pôle, le conducteur de retour étant alors placé à une distance égale à l'entre-phase. Si la distance entre pôles n'est pas fixée par construction, l'essai est effectué à la distance minimale indiquée par le constructeur;
- pour une tension assignée supérieure à 72,5 kV et sauf spécification contraire dans les publications particulières, la position du conducteur de retour n'est pas à prendre en compte, mais en aucun cas il ne doit être placé à une distance du pôle en essai inférieure à la distance minimale indiquée par le constructeur pour l'entraxe de phases.

Les raccordements aux bornes de l'appareil mécanique de connexion sont disposés de manière à éviter des contraintes anormales sur les bornes. La distance entre les bornes et les premiers supports des conducteurs de chaque côté de l'appareil de connexion doit être conforme aux indications du constructeur.

La disposition d'essai est indiquée dans le compte rendu d'essai.

6.5.2 Valeurs du courant d'essai et de sa durée

La composante périodique du courant d'essai est en principe égale à la composante périodique du courant de courte durée admissible assigné sur l'appareil mécanique de connexion. La valeur du courant de crête (pour un circuit triphasé, la valeur la plus élevée dans l'une des phases extrêmes) ne doit pas être inférieure à la valeur de crête du courant admissible assigné; elle ne doit pas la dépasser de plus de 5% sans l'accord du constructeur.

Pour les essais triphasés, le courant dans une phase quelconque ne doit pas s'écarter de plus de 10% de la moyenne des courants dans les trois phases.

Le courant d'essai I_t est appliqué en principe pendant une durée t_t égale à la durée de court-circuit assignée t . La valeur de $I_t^2 t_t$ est déterminée sur l'oscillogramme à partir de la méthode de détermination de I_t donnée dans l'annexe B ou d'une méthode équivalente. La valeur de $I_t^2 t_t$ ne doit pas être inférieure à la valeur de $I^2 t$ assignée; elle ne doit pas la dépasser de plus de 10% sans l'accord du constructeur.

Toutefois, lorsque les caractéristiques de la station d'essais sont telles que les valeurs efficaces et de crête spécifiées ci-dessus pour le courant d'essai ne peuvent être obtenues au cours d'un essai de la durée spécifiée, les dérogations suivantes sont admises:

- a) si la décroissance du courant de court-circuit de la station d'essais est telle que la valeur efficace spécifiée, mesurée conformément à l'annexe B ou à un équivalent, ne peut être obtenue pendant la durée assignée sans appliquer initialement un courant trop élevé, il est admis que la valeur efficace du courant d'essai puisse tomber, pendant l'essai, au-dessous de la valeur spécifiée et que la durée de l'essai soit augmentée en conséquence, pourvu que la valeur du courant de crête ne soit pas inférieure à celle spécifiée et que la durée ne dépasse pas 5 s;
- b) si, afin d'obtenir le courant de crête exigé, la valeur efficace de courant doit dépasser la valeur spécifiée, la durée d'essai peut être réduite en conséquence;
- c) si ni a) ni b) ne sont applicables, il est admis de séparer l'essai à la valeur de crête du courant admissible de l'essai au courant de courte durée admissible. Dans ce cas, deux essais sont effectués:

Pour l'essai à la valeur de crête du courant admissible, la durée d'application du courant de court-circuit ne doit pas être inférieure à 0,3 s.

Pour l'essai au courant de courte durée admissible, la durée d'application du courant de court-circuit doit être égale à la durée assignée. Toutefois, une dérogation sur la durée est admise selon les indications du point a).

- in the case of a mechanical switching device with separate poles, the test may be made either on two adjacent poles or on one pole with the return conductor at phase distance. If the distance between poles is not fixed by the design, the test shall be made at the minimum distance indicated by the manufacturer;
- above a rated voltage of 72.5 kV, unless otherwise specified in the relevant publications, the return conductor need not be taken into account, but in no case shall it be located closer to the tested pole than the minimum distance indicated for phase centres by the manufacturer.

The connections to the terminals of the mechanical switching device shall be arranged in such a way as to avoid unrealistic stressing of the terminals. The distance between the terminals and the nearest supports of the conductors on both sides of the mechanical switching device shall be in accordance with the instructions of the manufacturer.

The test arrangement shall be noted in the test report.

6.5.2 Test current and duration

The a.c. component of the test current shall in principle be equal to the a.c. component of the rated short-time withstand current of the mechanical switching device. The peak current (for a three-phase circuit, the highest value in one of the outer phases) shall be not less than the rated peak withstand current and shall not exceed it by more than 5% without the consent of the manufacturer.

For three-phase tests, the current in any phase shall not vary from the average of the currents in the three phases by more than 10% of the average.

The test current I_t shall in principle be applied for a time t_t equal to the rated duration t of short circuit. The value of $I_t^2 t_t$ shall be determined from the oscillogram using the method of determining I_t given in Appendix B or by an equivalent. The value of $I_t^2 t_t$ on test shall be not less than the rated value $I^2 t$ and shall not exceed this value by more than 10% without the consent of the manufacturer.

When, however, the characteristics of the test plant are such that the peak and r.m.s. values of test current specified above cannot be obtained in a test of the specified duration, the following deviations are permitted:

- a) if the decrement of the short-circuit current of the test plant is such that the specified r.m.s. value, measured in accordance with Appendix B, or by an equivalent cannot be obtained for the rated duration without applying initially an excessively high current, the r.m.s. value of the test current may be permitted to fall below the specified value during the test and the duration of the test may be increased appropriately, provided that the value of the peak current is not less than that specified and the time is not more than 5 s;
- b) if, in order to obtain the required peak current, the r.m.s. value of the current is increased above the specified value, the duration of the test may be reduced accordingly;
- c) if neither a) nor b) is practicable, separation of the peak withstand current test and the short-time withstand current test is permissible. In this case two tests are made:

For the peak withstand current test, the time during which the short-circuit current is applied shall be not less than 0.3 s.

For the short-time withstand current test, the time during which the short-circuit current is applied shall be equal to the rated duration. However, deviation in time according to Item a) is permitted.

6.5.3 *Comportement de l'appareil mécanique de connexion au cours de l'essai*

Tous les appareils mécaniques de connexion doivent être capables de supporter leur valeur de crête du courant admissible et leur courant de courte durée admissible assignés sans qu'aucune partie mécanique ne soit endommagée et sans que les contacts ne se séparent.

Il est admis que, pendant l'essai, l'échauffement des pièces traversées par le courant et des pièces voisines puisse dépasser les limites spécifiées dans le tableau V. Aucune limite d'échauffement n'est spécifiée pour les essais au courant de courte durée admissible, mais il convient que la température maximale n'atteigne pas une valeur telle qu'elle puisse causer un préjudice aux pièces voisines.

6.5.4 *Etat de l'appareil mécanique de connexion après l'essai*

Après l'essai, l'appareil mécanique de connexion ne doit pas présenter de détérioration notable; il doit pouvoir fonctionner normalement, supporter son courant assigné en service continu sans que les limites d'échauffement spécifiées dans le tableau V soient dépassées et supporter les tensions spécifiées pour les essais diélectriques.

Si l'appareil mécanique de connexion a un pouvoir de fermeture et/ou de coupure, l'état des contacts doit être tel qu'il n'affecte pas sensiblement le fonctionnement à toute valeur de pouvoir de fermeture et/ou de coupure jusqu'aux valeurs assignées.

Le fonctionnement à vide de l'appareil mécanique de connexion immédiatement après l'essai suivi d'une inspection visuelle des contacts est généralement suffisant pour vérifier ces prescriptions.

7. **Essais individuels de série**

Les essais individuels de série ont pour but de révéler des défauts dans le matériau ou la construction. Ils ne diminuent pas les propriétés et la fiabilité d'un appareil soumis aux essais. Ces essais sont effectués sur chaque appareil construit. Par accord, n'importe lequel des essais individuels peut être effectué au lieu d'installation.

Les essais individuels de série indiqués dans cette norme comprennent:

- a) des essais de tenue à la tension à fréquence industrielle à sec du circuit principal, conformément au paragraphe 7.1;
- b) des essais de tension des circuits auxiliaires et de commande, conformément au paragraphe 7.2;
- c) la mesure de la résistance du circuit principal, conformément au paragraphe 7.3.

Des essais individuels complémentaires peuvent être nécessaires et sont à spécifier dans les normes particulières de la CEI.

Les comptes rendus des essais individuels de série ne sont normalement pas nécessaires, à moins qu'il n'en ait été décidé autrement entre le constructeur et l'utilisateur.

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

L'essai doit être effectué, conformément à la Publication 60 de la CEI et au paragraphe 6.1.1, sur des appareils complets ou sur des pôles séparés, neufs, propres et secs.

Quand les appareils ne sont pas complètement montés avant le transport, des essais séparés doivent être exécutés sur les ensembles transportables et toutes les parties isolantes les plus importantes telles que les traversées, les isolateurs et les bielles de commande. Dans cette hypothèse, les tensions d'essai devront faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6.5.3 *Behaviour of mechanical switching device during test*

All mechanical switching devices shall be capable of carrying their rated peak withstand current and their rated short-time withstand current without causing mechanical damage to any part or separation of the contacts.

It is recognized that, during the test, the temperature rise of current-carrying and adjacent parts of the mechanical switching device may exceed the limits specified in Table V. No temperature-rise limits are specified for the short-time current withstand tests but the maximum temperature reached should not be sufficient to cause significant damage to adjacent parts.

6.5.4 *Conditions of mechanical switching device after test*

After the test, the mechanical switching device shall not show significant deterioration, shall be capable of operating normally, carrying its rated normal current continuously without exceeding the temperature-rise limits specified in Table V and withstanding the voltage specified under dielectric tests.

If the mechanical switching device has a rated making and/or breaking current, then the condition of the contacts shall not be such as to affect the performance materially at any making and/or breaking current up to its rated value.

No-load operation of the mechanical switching device immediately after the test followed by visual inspection of the contacts is usually sufficient to check these requirements.

7. **Routine tests**

The routine tests are for the purpose of revealing faults in material or construction. They do not impair the properties and reliability of a test object. These tests shall be carried out on each apparatus manufactured. By agreement, any routine test may be made on site.

The routine tests given in this standard comprise:

- a) power-frequency voltage dry tests of the main circuit in accordance with Sub-clause 7.1;
- b) voltage tests on control and auxiliary circuits in accordance with Sub-clause 7.2;
- c) measurement of the resistance of the main circuit in accordance with Sub-clause 7.3.

Additional routine tests may be necessary and will be specified in the relevant IEC standards.

Test reports of the routine tests are normally not necessary unless otherwise agreed upon between manufacturer and user.

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

The test shall be made according to IEC Publication 60, and to Sub-clause 6.1.1 on complete apparatus or on separate poles in new, clean and dry conditions.

When switchgear and controlgear are not completely assembled before transport, separate tests shall be made on all the transportable assemblies and the major insulation components such as bushings, insulators and operating rods. In this event, test voltages should be subject to agreement between manufacturer and user.

L'application de la tension d'essai est donnée dans les normes particulières de la CEI. La tension d'essai doit être élevée jusqu'à la valeur de tenue spécifiée et maintenue pendant 1 min.

On doit considérer que l'appareillage a satisfait aux essais s'il ne se produit pas de décharge disruptive.

Pour l'appareillage de tension assignée inférieure à 300 kV, la tension d'essai doit être celle spécifiée dans le tableau I (colonne 6 ou 7), le tableau II et le tableau III (colonne 4 ou 5) des paragraphes 4.2.1 et 4.2.2, conformément aux normes particulières de la CEI.

Pour l'appareillage de tension assignée égale ou supérieure à 300 kV, la tension d'essai doit être celle spécifiée dans le tableau IV (colonne 7) du paragraphe 4.2.3, conformément aux normes particulières de la CEI.

7.2 *Essais de tenue à la tension des circuits auxiliaires et de commande*

Ces essais doivent être effectués dans les mêmes conditions que celles prescrites au paragraphe 6.1.10.

Pour la commodité des essais, la durée peut généralement être réduite à 1 s par accord entre constructeur et utilisateur.

7.3 *Mesure de la résistance du circuit principal*

Pour l'essai individuel, la chute de tension en courant continu ou la résistance de chaque pôle du circuit principal doit être mesurée dans des conditions aussi proches que possible en ce qui concerne la température de l'air ambiant et les points de mesure des conditions dans lesquelles l'essai de type correspondant a été fait. Il convient que le courant d'essai se situe dans les limites fixées ci-dessus.

La résistance mesurée ne doit pas dépasser $1,2 R_u$, où R_u est égal à la résistance mesurée avant l'essai d'échauffement.

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

A spécifier dans les normes particulières de la CEI concernant l'appareillage.

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

A spécifier dans les normes particulières de la CEI concernant l'appareillage.

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

Il est essentiel que le transport, le stockage et l'installation de l'appareillage aussi bien que sa maintenance en service soient effectués conformément aux instructions données par le constructeur.

En conséquence, il est recommandé au constructeur de fournir des instructions pour l'installation, le transport, le stockage et la maintenance de l'appareillage. Il convient que les instructions pour le transport et le stockage soient données en temps utile avant la livraison, et les instructions pour l'installation et la maintenance au plus tard à la livraison.

Il est impossible, ici, de couvrir en détail la totalité des règles pour l'installation et la maintenance de chacun des différents types d'appareils fabriqués, mais les renseignements donnés ci-après concernent les points les plus importants à observer dans les instructions fournies par le constructeur.

The application of the test voltage is given in the relevant IEC standards. The test voltage shall be raised to the withstand value specified and maintained for 1 min.

The switchgear and controlgear shall be considered to have passed the test if no disruptive discharge occurs.

For switchgear and controlgear having a rated voltage lower than 300 kV, the test voltage shall be that specified in Table I, column 6 or 7, Table II and Table III, column 4 or 5 of Sub-clauses 4.2.1 and 4.2.2, according to the relevant IEC standards.

For switchgear and controlgear having a rated voltage 300 kV and above, the test voltage shall be that specified in Table IV, column 7 of Sub-clause 4.2.3, according to the relevant IEC standards.

7.2 *Voltage withstand tests on auxiliary and control circuits*

These tests shall be performed under the same conditions as prescribed in Sub-clause 6.1.10.

For convenience of testing, the duration may generally be reduced to 1 s by agreement between manufacturer and user.

7.3 *Measurement of the resistance of the main circuit*

For the routine test, the d.c. voltage drop or resistance of each pole of the main circuit shall be measured under conditions as nearly as possible similar with regard to ambient air temperature and points of measurement to those under which the corresponding type test was made. The test current should be within the range stated above.

The measured resistance shall not exceed $1.2 R_u$, where R_u is equal to the resistance measured before the temperature-rise test.

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

To be specified in the relevant IEC standards for switchgear and controlgear.

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

To be specified in the relevant IEC standards for switchgear and controlgear.

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

It is essential that the transport, storage and erection of switchgear and controlgear, as well as their maintenance in service, are performed in accordance with instructions given by the manufacturer.

Consequently, the manufacturer should provide instructions for the transport, storage, erection and maintenance of switchgear and controlgear. The instructions for the transport and storage should be given at a convenient time before delivery, and the instructions for the erection and maintenance should be given by the time of delivery at the latest.

It is impossible, here, to cover in detail the complete rules for the erection and maintenance of each of the different types of apparatus manufactured, but the following information is given relative to the most important points to be considered for the instructions provided by the manufacturer.

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

Il convient de prévoir un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur si les conditions de température et d'humidité définies dans la commande ne peuvent pas être garanties au cours du transport, du stockage et de l'installation. Il peut être nécessaire de prendre des précautions spéciales pour la protection de l'isolation pendant le transport, le stockage et l'installation et avant la mise sous tension en vue d'éviter l'absorption d'humidité due par exemple à la pluie, à la neige ou à la condensation. Il convient de donner les instructions appropriées.

10.2 Installation

Pour chaque type d'appareil, il est recommandé que les instructions fournies par le constructeur comprennent au moins les indications ci-après:

10.2.1 Déballage et manutention

Renseignements nécessaires pour assurer en toute sécurité le déballage et la manutention, y compris des renseignements détaillés sur tous dispositifs spéciaux de levage ou de positionnement qui sont nécessaires.

10.2.2 Assemblage

Lorsque l'appareil a été démonté pour le transport, toutes ses parties doivent être clairement repérées. Il convient de fournir avec l'appareillage des dessins montrant l'assemblage de ces parties.

10.2.3 Montage

Il convient que les instructions pour le montage de l'appareillage, du dispositif de commande et des équipements auxiliaires comprennent les renseignements suffisants relatifs aux emplacements et aux fondations afin de permettre l'achèvement de la préparation du site.

Il est recommandé que ces instructions indiquent également:

- la masse totale de l'appareil, y compris le fluide extincteur ou isolant;
- la masse du fluide extincteur ou isolant;
- la masse de la partie la plus lourde de l'appareil à soulever séparément si elle dépasse 100 kg.

10.2.4 Raccordements

Il est recommandé que les instructions comprennent des renseignements sur:

- a) le raccordement des conducteurs comprenant les directives nécessaires pour éviter l'échauffement excessif et des contraintes inutiles sur l'appareillage et pour assurer les distances dans l'air convenables;
- b) le raccordement des circuits auxiliaires;
- c) le raccordement des canalisations de liquide ou de gaz, s'il y en a, y compris les dimensions et la disposition des conduites;
- d) le raccordement pour la mise à la terre.

10.2.5 Inspection finale de l'installation

Instructions pour la vérification et les essais qu'il convient d'effectuer après l'installation de l'appareillage et l'achèvement de tous ses raccordements.

Note. - Il convient de prendre des précautions spéciales lorsque l'appareillage n'est pas mis en service immédiatement après son installation.

10.1 *Conditions during transport, storage and erection*

A special agreement should be made between manufacturer and user if the temperature and humidity conditions defined in the order, cannot be guaranteed during transport, storage and erection. Special precautions may be essential for the protection of insulation during transport, storage and erection, and prior to energizing, to prevent moisture absorption due, for instance, to rain, snow or condensation. Appropriate instructions should be given.

10.2 *Erection*

For each switchgear and controlgear the instructions provided by the manufacturer should at least include the items listed below:

10.2.1 *Unpacking and lifting*

Required information for unpacking and lifting safely, including details of any special lifting and positioning devices which are necessary.

10.2.2 *Assembly*

When the switchgear and controlgear is dismantled for transport, all parts should be clearly marked. Drawings showing assembly of these parts should be provided with the switchgear and controlgear.

10.2.3 *Mounting*

Instructions for mounting of switchgear and controlgear, operating device and auxiliary equipment should include sufficient details of locations and foundations to enable site preparation to be completed.

These instructions should also indicate:

- the total mass of the apparatus inclusive of extinguishing or insulating fluids;
- the mass of extinguishing or insulating fluids;
- the mass of the heaviest part of the apparatus to be lifted separately if it exceeds 100 kg.

10.2.4 *Connections*

Instructions should include information on:

- a) connection of conductors, comprising the necessary advice to prevent overheating and unnecessary strain on the switchgear and controlgear and to provide adequate clearance distances;
- b) connection of auxiliary circuits;
- c) connection of liquid or gas systems, if any, including size and arrangement of piping;
- d) connection for earthing.

10.2.5 *Final installation inspection*

Instructions for inspection and tests which should be made after the switchgear and controlgear has been installed and all connections have been completed.

Note. - Special care should be taken if the switchgear and controlgear is not commissioned immediately after erection.