

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
265-2**

Première édition
First edition
1988

Interrupteurs à haute tension

Deuxième partie:

Interrupteurs à haute tension de tension assignée
égale ou supérieure à 52 kV

High-voltage switches

Part 2:

High-voltage switches for rated voltages
of 52 kV and above



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 265-2: 1988

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV 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 publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
265-2

Première édition
First edition
1988

Interrupteurs à haute tension

Deuxième partie:

Interrupteurs à haute tension de tension assignée
égale ou supérieure à 52 kV

High-voltage switches

Part 2:

High-voltage switches for rated voltages
of 52 kV and above

© CEI 1988 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 pro-
cédé, 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 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

●
Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

Publication 265-2 de la CEI
(Première édition - 1988)
Interrupteurs à haute tension

Deuxième partie: Interrupteurs à haute
tension de tension assignée égale
ou supérieure à 52 kV

IEC Publication 265-2
(First edition - 1988)
High-voltage switches

Part 2: High-voltage switches
for rated voltages of 52 kV and above

C O R R I G E N D U M 1

Page 6

Préface, après le premier paragraphe, insérer:

Elle constitue la deuxième partie de la CEI 265; elle annule et remplace la première édition de la CEI 265 (1968) ainsi que la CEI 265 A (1969), 265 B (1969) et 265 C (1970) pour les interrupteurs à haute tension de tension assignée égale ou supérieure à 52 kV.

Page 7

Preface, after the first paragraph, insert:

It forms Part 2 of IEC 265 and supersedes the first edition of IEC 265 (1968) as well as IEC 265 A (1969), 265 B (1969) and 265 C (1970) for high-voltage switches for rated voltages of 52 kV and above.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
 Articles	
1. Domaine d'application et objet	8
2. Conditions normales et spéciales de service	10
3. Définitions	10
3.101 Interrupteur	10
3.102 Interrupteur-sectionneur	10
3.103 Interrupteur d'usage général.	10
3.104 Interrupteur d'usage limité	10
3.105 Interrupteur d'usage spécial	10
3.106 Interrupteur de batterie unique de condensateurs	10
3.107 Interrupteur de batteries de condensateurs à gradins	10
3.108 Interrupteur de bobine d'inductance shunt.	12
3.109 Pouvoir de coupure	12
3.110 Pouvoir de coupure de charge principalement active	12
3.111 Pouvoir de coupure de transformateur à vide.	12
3.112 Pouvoir de coupure de boucle fermée	12
3.113 Pouvoir de coupure de câbles à vide	12
3.114 Pouvoir de coupure de lignes à vide	12
3.115 Pouvoir de coupure de barres omnibus à vide	12
3.116 Pouvoir de coupure de batterie unique de condensateurs.	12
3.117 Pouvoir de coupure de batteries de condensateurs à gradins	12
3.118 Courant d'appel de batteries de condensateurs.	12
3.119 Pouvoir de coupure de bobine d'inductance shunt	12
3.120 Pouvoir de coupure en cas de défaut à la terre	14
3.121 Pouvoir de coupure de câbles ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre	14
3.122 Courant coupé	14
3.123 (Valeur de crête du) courant établi	14
3.124 Pouvoir de fermeture en court-circuit	14
4. Caractéristiques assignées	14
4.1 Tension assignée	14
4.2 Niveau d'isolement assigné	14
4.3 Fréquence assignée	14
4.4 Courant assigné en service continu et échauffement	14
4.5 Courant de courte durée admissible assigné	14
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné	14
4.7 Durée de court-circuit assignée	14
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	16
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	16
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour la manœuvre	16
4.101 Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active	16
4.102 Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée	16
4.103 Pouvoir de coupure assigné de transformateur à vide.	16
4.104 Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide	16
4.105 Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	
1. Scope and object	9
2. Normal and special service conditions	11
3. Definitions	11
3.101 Switch	11
3.102 Switch-disconnector	11
3.103 General-purpose switch	11
3.104 Limited-purpose switch	11
3.105 Special-purpose switch	11
3.106 Single capacitor bank switch	11
3.107 Back-to-back capacitor bank switch	11
3.108 Shunt reactor switch	13
3.109 Breaking capacity	13
3.110 Mainly active load breaking capacity	13
3.111 No-load transformer breaking capacity	13
3.112 Closed-loop breaking capacity	13
3.113 Cable-charging breaking capacity	13
3.114 Line-charging breaking capacity	13
3.115 Bus-bar charging breaking capacity	13
3.116 Single capacitor bank breaking capacity	13
3.117 Back-to-back capacitor bank breaking capacity	13
3.118 Capacitor bank inrush current	13
3.119 Shunt reactor breaking capacity	13
3.120 Earth-fault breaking capacity	15
3.121 Cable and line charging breaking capacity under earth fault conditions	15
3.122 Breaking current	15
3.123 (Peak) making current	15
3.124 Short-circuit making capacity	15
4. Rating	15
4.1 Rated voltage	15
4.2 Rated insulation level	15
4.3 Rated frequency	15
4.4 Rated normal current and temperature rise	15
4.5 Rated short-time withstand current	15
4.6 Rated peak withstand current	15
4.7 Rated duration of short circuit	15
4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and auxiliary circuits	17
4.9 Rated supply frequency of operating devices and auxiliary circuits	17
4.10 Rated pressure of compressed gas supply for operation	17
4.101 Rated mainly active load-breaking current	17
4.102 Rated closed-loop breaking current	17
4.103 Rated no-load transformer breaking current	17
4.104 Rated cable-charging breaking current	17
4.105 Rated line-charging breaking current	17

4.106	Pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs	16
4.107	Pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins.	16
4.108	Pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs	18
4.109	Pouvoir de coupure assigné de bobine d'inductance shunt	18
4.110	Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit	18
4.111	Pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre	18
4.112	Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre	18
4.113	Efforts mécaniques assignés sur les bornes	18
4.114	Coordination des valeurs assignées pour interrupteur d'usage général	18
4.115	Coordination des valeurs assignées pour interrupteur d'usage limité ou d'usage spécial	20
5.	Conception et construction	20
5.1	Prescriptions pour les liquides utilisés dans les interrupteurs à haute tension	20
5.2	Prescriptions pour les gaz utilisés dans les interrupteurs à haute tension	20
5.3	Raccordement à la terre des interrupteurs à haute tension	20
5.4	Equipements auxiliaires	20
5.5	Fermeture dépendante à source d'énergie extérieure	20
5.6	Fermeture à accumulation d'énergie	20
5.7	Fonctionnement des déclencheurs	20
5.8	Verrouillages à basse et à haute pression	20
5.9	Plaques signalétiques	22
5.101	Mécanisme de fermeture	22
5.102	Résistance mécanique	22
5.103	Position des contacts mobiles et de leurs dispositifs indicateurs ou de signalisation	22
6.	Essais de type	22
6.1	Essais diélectriques	24
6.2	Essais de tension de perturbation radioélectrique	26
6.3	Essais d'échauffement	26
6.4	Mesurage de la résistance du circuit principal	26
6.5	Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissibles	26
6.101	Essais d'établissement et de coupure	26
6.102	Essais de fonctionnement mécanique	52
6.103	Fonctionnement dans des conditions sévères de formation de glace	54
6.104	Vérification du fonctionnement pendant l'application des efforts mécaniques assignés sur les bornes	54
7.	Essais individuels de série	56
7.1	Essais de tenue à la tension à fréquence industrielle à sec du circuit principal	56
7.101	Essais de fonctionnement mécanique	56
8.	Guide pour le choix des interrupteurs à haute tension selon le service	56
8.101	Généralités	56
8.102	Conditions influant sur l'application	56
8.103	Coordination de l'isolement	58
9.	Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes	58
9.101	Renseignements à donner dans les appels d'offres et les commandes	58
9.102	Renseignements à donner avec les soumissions	60
10.	Règles pour le transport, le stockage, l'installation et la maintenance	62
	FIGURES	86

LICENSED TO MECON Limited - RANCHI/BANGALORE
 FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

4.106	Rated single capacitor bank breaking current	17
4.107	Rated back-to-back capacitor bank breaking current	17
4.108	Rated capacitor bank inrush making current	19
4.109	Rated shunt reactor breaking current	19
4.110	Rated short-circuit making current	19
4.111	Rated earth fault breaking current	19
4.112	Rated cable and line-charging breaking current under earth fault conditions	19
4.113	Rated mechanical terminal load	19
4.114	Coordination of rated values for general-purpose switch	19
4.115	Coordination of rated values for limited-purpose and special-purpose switches	21
5.	Design and construction	21
5.1	Requirements for liquids in high-voltage switches.	21
5.2	Requirements for gases in high-voltage switches	21
5.3	Earthing of high-voltage switches.	21
5.4	Auxiliary equipment	21
5.5	Dependent power closing.	21
5.6	Stored-energy closing.	21
5.7	Operation of releases	21
5.8	Low and high pressure interlocking devices	21
5.9	Nameplates.	23
5.101	Closing mechanism	23
5.102	Mechanical strength	23
5.103	Position of the movable contact system and its indicating or signalling device	23
6.	Type tests.	23
6.1	Dielectric tests	25
6.2	Radio interference voltage (RIV) tests	27
6.3	Temperature rise tests	27
6.4	Measurement of the resistance of the main circuit.	27
6.5	Short-time withstand current and peak withstand current tests	27
6.101	Making and breaking tests	27
6.102	Mechanical operation tests	53
6.103	Operation under severe ice conditions	55
6.104	Verification of operation during application of rated mechanical terminal loads.	55
7.	Routine tests	57
7.1	Power frequency voltage withstand dry tests on the main circuit.	57
7.101	Mechanical operating tests	57
8.	Guide to the selection of high-voltage switches for service	57
8.101	General	57
8.102	Conditions affecting application	57
8.103	Insulation coordination.	59
9.	Information to be given with enquiries, tenders and orders	59
9.101	Information to be given with enquiries and orders	59
9.102	Information to be given with tenders	61
10.	Rules for transport, storage, erection and maintenance	63
FIGURES	87

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INTERRUPTEURS À HAUTE TENSION

Deuxième partie:

Interrupteurs à haute tension de tension assignée égale ou supérieure à 52 kV

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
17A(BC)197 I, II	17A(BC)203

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n° 50 (441) (1984): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 441: Appareillage et fusibles.
- 56 (1987): Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension.
- 59 (1938): Courants normaux de la CEI.
- 71-1 (1976): Coordination de l'isolement, Première partie: Termes, définitions, principes et règles.
- 129 (1984): Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif.
- 137 (1984): Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1000 V.
- 270 (1981): Mesure des décharges partielles.
- 694 (1980): Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE SWITCHES**Part 2:****High-voltage switches for rated voltages of 52 kV and above**

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Sub-Committee 17A: High-voltage switchgear and controlgear, of IEC Technical Committee No. 17: Switchgear and controlgear.

The text of this standard is based upon the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
17A(CO)197 I, II	17A(CO)203

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Report indicated in the above table.

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 50(441)(1984): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses.
- 56(1987): High-voltage alternating-current circuit breakers.
- 59(1938): IEC standard current ratings.
- 71-1(1976): Insulation co-ordination, Part 1: Terms, definitions, principles and rules.
- 129(1984): Alternating current disconnectors (isolators) and earthing switches.
- 137(1984): Bushings for alternating voltages above 1000 V.
- 270(1981): Partial discharge measurements.
- 694(1980): Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards.

INTERRUPTEURS À HAUTE TENSION

Deuxième partie:

Interrupteurs à haute tension de tension assignée égale ou supérieure à 52 kV

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux interrupteurs à courant alternatif triphasé ayant des pouvoirs de coupure et de fermeture assignés, prévus pour l'installation à l'intérieur ou à l'extérieur, de tension assignée égale ou supérieure à 52 kV et de fréquence assignée inférieure ou égale à 60 Hz.

Elle est aussi applicable aux dispositifs de manœuvre de ces interrupteurs et à leurs équipements auxiliaires.

Notes 1. – Les interrupteurs pour appareillage à isolation gazeuse sont couverts par la présente norme.

2. – Les interrupteurs ayant une fonction de sectionnement et appelés «interrupteurs-sectionneurs» sont aussi couverts par la Publication 129 de la CEI.

3. – Les sectionneurs de terre ne sont pas couverts par la présente norme. Les sectionneurs de terre formant partie intégrante d'un interrupteur sont couverts par la Publication 129 de la CEI.

1.101 *Objet*

L'objet principal de cette norme est d'établir des prescriptions pour les interrupteurs utilisés dans les réseaux de transport et de distribution d'énergie. Les interrupteurs d'usage général prévus pour cette utilisation doivent satisfaire aux conditions de service suivantes:

- supporter en permanence leur courant assigné en service continu;
- supporter les courants de court-circuit pendant une durée spécifiée;
- établir et couper les courants de charge principalement active;
- établir et couper les courants de transformateurs à vide;
- établir et couper les courants de câbles, de lignes aériennes ou de barres omnibus à vide;
- établir et couper les courants de boucles fermées;
- établir les courants de court-circuit.

Un autre objet de cette norme est d'établir des prescriptions pour les interrupteurs d'usage limité et les interrupteurs d'usage spécial utilisés dans les réseaux de transport et de distribution.

Les interrupteurs d'usage limité doivent satisfaire à une ou plusieurs des conditions de service précédentes.

Les interrupteurs d'usage spécial peuvent satisfaire à une ou plusieurs de ces mêmes conditions de service et doivent en outre convenir pour une ou plusieurs des applications suivantes:

- manœuvre de batteries uniques de condensateurs;
- manœuvre de batteries de condensateurs à gradins;
- manœuvre de bobines d'inductance shunt, y compris les bobines alimentées par le secondaire ou le tertiaire d'un transformateur intermédiaire;
- applications nécessitant un nombre accru de manœuvres;
- manœuvre en présence de défaut à la terre dans les réseaux à neutre isolé ou compensés par bobine d'extinction.

HIGH-VOLTAGE SWITCHES

Part 2:

High-voltage switches for rated voltages of 52 kV and above

1. Scope

This standard is applicable to three-phase alternating-current switches, having making and breaking current ratings, for indoor and outdoor installations, for rated voltages 52 kV and above; and for rated frequencies up to and including 60 Hz.

This standard is also applicable to the operating devices of these switches and to their auxiliary equipment.

Notes 1. – Switches for gas insulated switchgear are covered by this standard.

2. – Switches having a disconnecting function and called switch-disconnectors are also covered by IEC Publication 129.
3. – Earthing switches are not covered by this standard. Earthing switches forming an integral part of a switch are covered by IEC Publication 129.

1.101 Object

The main object of this standard is to establish requirements for switches used in transmission and distribution systems. General-purpose switches for this application shall comply with the following service applications:

- carrying rated normal current continuously;
- carrying short-circuit currents for a specified time;
- switching of mainly active loads;
- switching of no-load transformers;
- switching of the charging current of unloaded cables, overhead lines or busbars;
- switching of closed-loop circuits;
- making short-circuit currents.

A further object of this standard is to establish requirements for limited-purpose and special-purpose switches used in transmission and distribution systems.

Limited-purpose switches shall comply with one or more of the service applications indicated above.

Special-purpose switches may comply with one or more of the service applications indicated above and, in addition, shall be suitable for one or more of the following applications:

- switching single capacitor banks;
- switching back-to-back capacitor banks;
- switching shunt reactors including secondary or tertiary reactors switched from the primary side of the transformer;
- applications requiring an increased number of operating cycles;
- switching under earth fault conditions in systems with isolated neutral or in resonant earthed systems.

2. Conditions normales et spéciales de service

La Publication 694 de la CEI est applicable.

3. Définitions

Pour la définition des termes généraux utilisés dans la présente norme, il est fait référence aux Publications 50 (441) et 71-1 de la CEI.

3.101 *Interrupteur* (441-14-10)

Appareil de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris éventuellement les conditions spécifiées de surcharge en service, ainsi que de supporter pendant une durée spécifiée des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit, telles que celles du court-circuit.

3.102 *Interrupteur-sectionneur* (441-14-12)

Interrupteur qui, dans sa position d'ouverture, satisfait aux conditions d'isolement spécifiées pour un sectionneur.

3.103 *Interrupteur d'usage général*

Interrupteur capable d'effectuer, jusqu'à des courants atteignant ses pouvoirs de coupure assignés, toutes les manœuvres d'établissement et de coupure qui peuvent normalement survenir. L'interrupteur doit aussi être capable de supporter et d'établir des courants de court-circuit.

Note. - Pour les caractéristiques assignées propres aux interrupteurs d'usage général, voir le paragraphe 4.114.

3.104 *Interrupteur d'usage limité*

Interrupteur qui répond à une ou plusieurs des conditions de service des interrupteurs d'usage général sans répondre à la totalité de ces conditions.

3.105 *Interrupteur d'usage spécial*

Interrupteur apte à manœuvrer dans des conditions différant des conditions spécifiées pour un interrupteur d'usage général.

Note. - La manœuvre d'une batterie de condensateurs, la manœuvre d'une bobine d'inductance shunt, la manœuvre en cas de défaut à la terre, un nombre accru de cycles de manœuvres, sont des exemples de telles conditions.

3.106 *Interrupteur de batterie unique de condensateurs*

Interrupteur d'usage spécial apte à la manœuvre d'une batterie unique de condensateurs dont le courant de charge ne dépasse pas son pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs.

3.107 *Interrupteur de batteries de condensateurs à gradins*

Interrupteur d'usage spécial apte à la manœuvre d'une batterie de condensateurs dont le courant de charge ne dépasse pas son pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins, une ou plusieurs batteries de condensateurs étant reliées au côté source ou barres de l'interrupteur. L'interrupteur doit être capable d'établir le courant d'appel correspondant, sans dépassement de son pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs.

3.108 *Interrupteur de bobine d'inductance shunt*

Interrupteur d'usage spécial apte à la manœuvre d'une bobine d'inductance shunt y compris lorsque la bobine est alimentée par le secondaire ou le tertiaire d'un transformateur intermédiaire.

2. Normal and special service conditions

IEC Publication 694 is applicable.

3. Definitions

For the definitions of general terms used in this standard, reference is made to the IEC Publications 50 (441) and 71-1.

3.101 *Switch* (441-14-10)

A switching device capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions, which may include specified operating overload conditions and also carrying for a specified time currents under specified abnormal circuit conditions, such as those of short-circuit.

3.102 *Switch-disconnector* (441-14-12)

A switch which, in the open position, satisfies the isolating requirements specified for a disconnector.

3.103 *General-purpose switch*

A switch capable of performing, with currents up to its rated breaking currents, all making and breaking operations which may normally occur. The switch shall also be capable of carrying and making short-circuit currents.

Note. – Refer to Sub-clause 4.114 for specific ratings of a general-purpose switch.

3.104 *Limited-purpose switch*

A switch which complies with one or more, but not with all, service applications of a general-purpose switch.

3.105 *Special-purpose switch*

A switch suitable for switching requirements other than those specified for a general-purpose switch.

Note. – Examples of such requirements are capacitor bank switching, shunt reactor switching, switching under earth fault conditions, and a capability of an increased number of operating cycles.

3.106 *Single capacitor bank switch*

A special-purpose switch intended for switching of a single capacitor bank with charging currents up to its rated single capacitor bank breaking current.

3.107 *Back-to-back capacitor bank switch*

A special-purpose switch intended for breaking capacitor bank-charging currents, with one or more capacitor banks connected to the bus or supply side of the switch, up to its rated back-to-back capacitor bank breaking current. The switch shall be capable of making the associated inrush current, up to its rated capacitor bank inrush making current.

3.108 *Shunt reactor switch*

A special-purpose switch intended for switching a shunt reactor, including secondary or tertiary reactors switched from the primary side of the transformer.

3.109 *Pouvoir de coupure** (441-17-08)

3.110 *Pouvoir de coupure de charge principalement active*

Pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de charge principalement active, la charge pouvant être représentée par des résistances et des inductances en parallèle.

3.111 *Pouvoir de coupure de transformateur à vide*

Pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de transformateur fonctionnant à vide.

3.112 *Pouvoir de coupure de boucle fermée*

Pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de lignes en boucle fermée ou du circuit d'un transformateur en parallèle avec un ou plusieurs autres transformateurs, c'est-à-dire d'un circuit dans lequel les deux bornes de l'interrupteur restent sous tension après l'interruption, la différence de tension apparaissant entre elles étant très inférieure à la tension du réseau.

3.113 *Pouvoir de coupure de câbles à vide*

Pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de câbles fonctionnant à vide.

3.114 *Pouvoir de coupure de lignes à vide*

Pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de lignes aériennes fonctionnant à vide.

3.115 *Pouvoir de coupure de barres omnibus à vide*

Pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de barres omnibus fonctionnant à vide.

3.116 *Pouvoir de coupure de batterie unique de condensateurs*

Pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de batterie unique de condensateurs alimenté par une source qui ne comporte pas d'autre batterie de condensateurs à côté de la batterie à isoler.

3.117 *Pouvoir de coupure de batteries de condensateurs à gradins*

Pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de batteries de condensateurs alimenté par une source comportant une ou plusieurs batteries de condensateurs à côté de la batterie à isoler.

3.118 *Courant d'appel de batteries de condensateurs*

Courant à grande amplitude et à haute fréquence survenant lors de la fermeture d'un circuit de batteries de condensateurs sur une source comportant une ou plusieurs batteries de condensateurs à côté de la batterie à mettre sous tension.

Note. - La fréquence et l'amplitude du courant d'appel dépendent des valeurs des capacités et des valeurs des inductances entre les batteries de condensateurs.

3.119 *Pouvoir de coupure de bobine d'inductance shunt*

Pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit comportant une bobine d'inductance shunt, y compris lorsque la bobine est alimentée par le secondaire ou le tertiaire d'un transformateur intermédiaire.

* *Note relative aux valeurs assignées:*

En anglais, les termes «rated making current» et «rated breaking current» sont actuellement utilisés là où précédemment les termes «rated making capacity» et «rated breaking capacity» étaient utilisés, la signification voulue étant exprimée d'une manière adéquate par le mot «rated». En français, les termes «pouvoir de fermeture assigné» et «pouvoir de coupure assigné» continuent à être utilisés.

3.109 *Breaking capacity** (441-17-08)

3.110 *Mainly active load breaking capacity*

The breaking capacity when opening a mainly active load circuit in which the load can be represented by resistors and reactors in parallel.

3.111 *No-load transformer breaking capacity*

The breaking capacity when opening a no-load transformer circuit.

3.112 *Closed-loop breaking capacity*

The breaking capacity when opening a closed transmission line loop circuit, or a transformer in parallel with one or more transformers, i. e., a circuit in which both sides of the switch remain energized after breaking, and in which the voltage appearing across the terminals is substantially less than the system voltage.

3.113 *Cable-charging breaking capacity*

The breaking capacity when opening a cable circuit at no load.

3.114 *Line-charging breaking capacity*

The breaking capacity when opening an overhead line circuit at no load.

3.115 *Busbar charging breaking capacity*

The breaking capacity when opening a busbar circuit at no load.

3.116 *Single capacitor bank breaking capacity*

The breaking capacity when opening a single capacitor bank circuit connected to a supply that does not include another capacitor bank adjacent to the bank being switched.

3.117 *Back-to-back capacitor bank breaking capacity*

The breaking capacity when opening a capacitor bank circuit connected to a supply that includes one or more capacitor banks adjacent to the bank being switched.

3.118 *Capacitor bank inrush making current*

The high frequency and high magnitude current occurring when closing a capacitor bank circuit onto a supply including one or more capacitor banks adjacent to the bank being switched.

Note. — The frequency and magnitude of the inrush current depend upon the values of capacitance and the values of the inductance between the capacitor banks.

3.119 *Shunt reactor breaking capacity*

The breaking capacity when opening a shunt reactor circuit, including secondary or tertiary reactors switched from the primary side of the transformer.

** Note concerning the rated values:*

In English, the terms "rated making current" and "rated breaking current" are being used where formerly "rated making capacity" and "rated breaking capacity" were used, the intended meaning being adequately conveyed by the use of "rated". In French, the terms "pouvoir de fermeture assigné" and "pouvoir de coupure assigné" continue to be used.

3.120 *Pouvoir de coupure en cas de défaut à la terre*

Pouvoir de coupure dans la phase en défaut d'un réseau à neutre isolé ou compensé par bobine d'extinction lors de l'élimination d'un défaut à la terre sur une ligne aérienne ou sur un câble à vide en aval de l'interrupteur.

3.121 *Pouvoir de coupure de câbles ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre*

Pouvoir de coupure dans les phases restées saines d'un réseau à neutre isolé ou compensé par bobine d'extinction lors de la coupure d'un câble à vide ou d'une ligne aérienne à vide, un défaut à la terre existant en amont de l'interrupteur.

3.122 *Courant coupé (441-17-07)*

3.123 *(Valeur de crête du) courant établi*

Valeur de crête de la première grande alternance du courant dans un pôle d'un interrupteur pendant la période transitoire qui suit l'instant d'établissement au cours d'une manœuvre d'établissement.

Notes 1. - La valeur de crête peut être différente d'un pôle à l'autre et d'une manœuvre à l'autre car elle dépend de l'instant d'établissement du courant par rapport à l'onde de la tension appliquée.

2. - Lorsqu'une seule valeur (de crête) du courant établi est indiquée pour un circuit polyphasé, il s'agit de la plus grande valeur dans n'importe quelle phase, sauf spécification contraire.

3.124 *Pouvoir de fermeture en court-circuit (441-17-10)*

4. **Caractéristiques assignées**

L'article 4 de la Publication 694 de la CEI est applicable avec les compléments et les exceptions ci-après:

4.1 *Tension assignée*

Le paragraphe 4.1 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

4.2 *Niveau d'isolement assigné*

Le paragraphe 4.2 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

4.3 *Fréquence assignée*

Le paragraphe 4.3 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

4.4 *Courant assigné en service continu et échauffement*

Le paragraphe 4.4 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

4.5 *Courant de courte durée admissible assigné*

Le paragraphe 4.5 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

4.6 *Valeur de crête du courant admissible assigné*

Le paragraphe 4.6 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

4.7 *Durée de court-circuit assignée*

Le paragraphe 4.7 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

3.120 *Earth-fault breaking capacity*

The breaking capacity in the faulty phase of an isolated neutral or resonant earthed system when clearing an earth fault on an unloaded cable or overhead line on the load side of the switch.

3.121 *Cable and line charging breaking capacity under earth fault conditions*

The breaking capacity in the sound phases of an isolated neutral or resonant earthed system when switching off an unloaded cable or overhead line, with an earth fault on the supply side of the switch.

3.122 *Breaking current (441-17-07)*

3.123 *(Peak)-making current*

The peak value of the first major loop of the current in a pole of a switch during the transient period following the initiation of current during a making operation.

Notes 1. – The peak value may differ from one pole to another and from one operation to another as it depends on the instant of current initiation relative to the wave of the applied voltage.

2. – Where, for a polyphase circuit, a single value of (peak) making current is referred to, it is, unless otherwise stated, the highest value in any phase.

3.124 *Short-circuit making capacity (441-17-10)*

4. **Rating**

Clause 4 of IEC Publication 694 is applicable with the additions and exceptions indicated below.

4.1 *Rated voltage*

Sub-clause 4.1 of IEC Publication 694 is applicable.

4.2 *Rated insulation level*

Sub-clause 4.2 of IEC Publication 694 is applicable.

4.3 *Rated frequency*

Sub-clause 4.3 of IEC Publication 694 is applicable.

4.4 *Rated normal current and temperature rise*

Sub-clause 4.4 of IEC Publication 694 is applicable.

4.5 *Rated short-time withstand current*

Sub-clause 4.5 of IEC Publication 694 is applicable.

4.6 *Rated peak withstand current*

Sub-clause 4.6 of IEC Publication 694 is applicable.

4.7 *Rated duration of short-circuit*

Sub-clause 4.7 of IEC Publication 694 is applicable.

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

Le paragraphe 4.8 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

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

Le paragraphe 4.9 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

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

Le paragraphe 4.10 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

4.101 *Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active**

Courant maximal de charge principalement active que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

4.102 *Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée**

Courant maximal de boucle fermée que l'interrupteur doit être capable de couper. On peut assigner des valeurs différentes pour le pouvoir de coupure de boucle de lignes et pour le pouvoir de coupure de transformateurs en parallèle.

4.103 *Pouvoir de coupure assigné de transformateur à vide**

Courant maximal de transformateur à vide que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

4.104 *Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide**

Courant maximal de câbles à vide que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

4.105 *Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide**

Courant maximal de lignes à vide que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

4.106 *Pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs**

Courant maximal de batterie de condensateurs que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée, sans batterie de condensateurs reliée au côté source de l'interrupteur à côté de la batterie à isoler.

4.107 *Pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins**

Courant maximal de batteries de condensateurs que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée, avec une ou plusieurs batteries de condensateurs reliées au côté source de l'interrupteur à côté de la batterie à isoler, telles que le courant d'appel soit égal au pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs de l'interrupteur.

* *Note relative aux valeurs assignées:*

En anglais, les termes «rated making current» et «rated breaking current» sont actuellement utilisés là où précédemment les termes «rated making capacity» et «rated breaking capacity» étaient utilisés, la signification voulue étant exprimée d'une manière adéquate par le mot «rated». En français, les termes «pouvoir de fermeture assigné» et «pouvoir de coupure assigné» continuent à être utilisés.

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

Sub-clause 4.8 of IEC Publication 694 is applicable.

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

Sub-clause 4.9 of IEC Publication 694 is applicable.

4.10 *Rated pressure of compressed gas supply for operation*

Sub-clause 4.10 of IEC Publication 694 is applicable.

4.101 *Rated mainly active load-breaking current**

The rated mainly active load-breaking current is the maximum mainly active load current that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

4.102 *Rated closed-loop breaking current**

The rated closed-loop breaking current is the maximum closed-loop current the switch shall be capable of breaking. Separate ratings for transmission line loop current and parallel transformer current may be assigned.

4.103 *Rated no-load transformer breaking current**

The rated no-load transformer breaking current is the maximum no-load transformer current the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

4.104 *Rated cable-charging breaking current**

The rated cable-charging breaking current is the maximum cable-charging current that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

4.105 *Rated line-charging breaking current**

The rated line-charging breaking current is the maximum line-charging current that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

4.106 *Rated single capacitor bank breaking current**

The rated single capacitor bank breaking current is the maximum capacitor bank breaking current that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage with no capacitor bank connected to the supply side of the switch adjacent to the bank being switched.

4.107 *Rated back-to-back capacitor bank breaking current**

The rated back-to-back capacitor bank breaking current is the maximum capacitor bank breaking current that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage with one or more capacitor banks connected on the supply side of the switch adjacent to the bank being switched, such as to produce the rated capacitor bank inrush making current.

** Note concerning the rated values:*

In English, the terms "rated making current" and "rated breaking current" are being used where formerly "rated making capacity" and "rated breaking capacity" were used, the intended meaning being adequately conveyed by the use of "rated". In French, the terms "pouvoir de fermeture assigné" and "pouvoir de coupure assigné" continue to be used.

4.108 *Pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs**

Valeur de crête du courant que l'interrupteur doit être capable d'établir sous sa tension assignée et avec une fréquence du courant d'appel appropriée aux conditions de service.

La spécification d'un pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs est obligatoire pour les interrupteurs ayant un pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins.

Note. – La fréquence du courant d'appel peut être dans la zone de 2 kHz à 30 kHz. Les valeurs spécifiques dépendent de l'importance et de la disposition de la batterie de condensateurs mise sous tension, des gradins déjà connectés du côté source de l'interrupteur et des impédances limitatrices éventuelles.

4.109 *Pouvoir de coupure assigné de bobine d'inductance shunt**

Courant maximal de bobine d'inductance shunt que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

Note. – Le courant coupé minimal de bobine d'inductance shunt doit en principe, s'il n'a pas une valeur nulle, être spécifié par le constructeur.

4.110 *Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit**

Valeur de crête du courant présumé maximal que l'interrupteur doit être capable d'établir sous sa tension assignée.

4.111 *Pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre**

Courant maximal de la phase en défaut d'un réseau à neutre isolé ou compensé par bobine d'extinction que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

Note. – La TTR d'un réseau à neutre isolé est plus sévère que la TTR d'un réseau compensé par bobine d'extinction, même s'il est désaccordé.

4.112 *Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre**

Courant maximal des phases restées saines d'un réseau à neutre isolé ou compensé par bobine d'extinction que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

Note. – Le courant maximal de câbles ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre est $\sqrt{3}$ fois le courant normal de câbles ou de lignes à vide. Ceci couvre le cas le plus sévère, qui se produit avec les câbles à champ radial.

4.113 *Efforts mécaniques assignés sur les bornes*

Le paragraphe 4.103 de la Publication 129 de la CEI est applicable.

4.114 *Coordination des valeurs assignées pour interrupteur d'usage général*

Un interrupteur d'usage général doit avoir des caractéristiques assignées particulières pour la fermeture et la coupure comme suit:

- pouvoir de coupure de charge principalement active égal au courant assigné en service continu;
- pouvoir de coupure de transformateur à vide égal à 1,0% du courant assigné en service continu;

* *Note relative aux valeurs assignées:*

En anglais, les termes «rated making current» et «rated breaking current» sont actuellement utilisés là où précédemment les termes «rated making capacity» et «rated breaking capacity» étaient utilisés, la signification voulue étant exprimée d'une manière adéquate par le mot «rated». En français, les termes «pouvoir de fermeture assigné» et «pouvoir de coupure assigné» continuent à être utilisés.

4.108 *Rated capacitor bank inrush making current**

The rated capacitor bank inrush making current is the peak value of the current that the switch shall be capable of making at its rated voltage and with a frequency of the inrush current appropriate to the service conditions.

The assignment of a rated capacitor bank inrush making current is mandatory for switches that have a rated back-to-back capacitor bank breaking current.

Note. – The frequency of the inrush current for back-to-back capacitor banks may be in the range of 2 kHz to 30 kHz. The specific values are dependent upon the size and configuration of the capacitor bank being switched, the supply side capacitor bank and the inclusion of limiting impedances, if any.

4.109 *Rated shunt reactor breaking current**

The rated shunt reactor breaking current is the maximum shunt reactor current that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

Note. – The minimum shunt reactor breaking current, if other than zero, that the switch is capable of breaking should be specified by the manufacturer.

4.110 *Rated short-circuit making current**

The rated short-circuit making current is the maximum peak prospective current that the switch shall be capable of making at its rated voltage.

4.111 *Rated earth fault breaking current**

The rated earth fault breaking current, for an isolated neutral or resonant earthed system, is the maximum earth fault current in the faulted phase that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

Note. – The TRV of an isolated neutral system is more severe than the TRV of a resonant earthed system, even if detuned.

4.112 *Rated cable and line-charging breaking current under earth fault conditions**

The rated cable and line-charging breaking current under earth fault conditions, for an isolated neutral or resonant earthed system, is the current in the sound phases that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

Note. – The maximum cable and line-charging current under fault conditions is $\sqrt{3}$ times the cable and line charging current occurring in normal conditions. This covers the most severe case, which occurs with individually screened cables.

4.113 *Rated mechanical terminal load*

Sub-clause 4.103 of IEC Publication 129 is applicable.

4.114 *Co-ordination of rated values for a general-purpose switch*

A general-purpose switch shall have specific ratings for each switching duty as follows:

- rated mainly active load breaking current shall be equal to the rated normal current;
- rated no-load transformer breaking current shall be equal to 1.0% of the rated normal current;

* *Note concerning the rated values:*

In English, the terms “rated making current” and “rated breaking current” are being used where formerly “rated making capacity” and “rated breaking capacity” were used, the intended meaning being adequately conveyed by the use of “rated”. In French, the terms “pouvoir de fermeture assigné” and “pouvoir de coupure assigné” continue to be used.

- pouvoir de coupure assigné de boucle fermée de lignes égal au courant assigné en service continu;
- pouvoir de coupure assigné de transformateurs en parallèle égal à 50% du courant assigné en service continu;
- pouvoir de coupure assigné de câbles à vide égal aux valeurs du tableau I;
- pouvoir de coupure assigné de lignes à vide égal aux valeurs du tableau I;
- pouvoir de fermeture assigné en court-circuit égal à la valeur de crête du courant admissible assigné.

Il convient de choisir les valeurs normalisées assignées dans la série R10 spécifiée dans la Publication 59 de la CEI.

Notes 1. - La présente norme n'impose pas de coordination entre les courants assignés en service continu et les tensions assignées.

2. - La présente norme n'impose pas de coordination entre les courants assignés en service continu et les courants de courte durée admissibles assignés.

4.115 *Coordination des valeurs assignées pour interrupteur d'usage limité ou d'usage spécial*

Un interrupteur d'usage limité a de préférence les mêmes caractéristiques assignées particulières qu'un interrupteur d'usage général, lorsque de telles caractéristiques sont applicables. Si d'autres valeurs sont assignées, il convient de les choisir dans la série R10.

Il n'est pas exigé que les caractéristiques assignées d'un interrupteur d'usage spécial soient coordonnées, mais les valeurs de ces caractéristiques doivent si possible être choisies dans la série R10 spécifiée dans la Publication 59 de la CEI.

5. **Conception et construction**

L'article 5 de la Publication 694 de la CEI est applicable avec les compléments ci-après.

5.1 *Prescriptions pour les liquides utilisés dans les interrupteurs à haute tension*

Le paragraphe 5.1 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

5.2 *Prescriptions pour les gaz utilisés dans les interrupteurs à haute tension*

Le paragraphe 5.2 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

5.3 *Raccordement à la terre des interrupteurs à haute tension*

Le paragraphe 5.3 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

5.4 *Equipements auxiliaires*

Le paragraphe 5.4 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

5.5 *Fermeture dépendante à source d'énergie extérieure*

Le paragraphe 5.5 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

5.6 *Fermeture à accumulation d'énergie*

Le paragraphe 5.6 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

5.7 *Fonctionnement des déclencheurs*

Le paragraphe 5.7 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

5.8 *Verrouillages à basse et à haute pression*

Le paragraphe 5.8 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

- rated transmission line loop breaking current shall be equal to the rated normal current;
- rated parallel transformer breaking current shall be equal to 50% of the rated normal current;
- rated cable-charging breaking current shall be as shown in Table I;
- rated line-charging breaking current shall be as shown in Table I;
- the rated short-circuit making current shall be equal to the rated peak withstand current.

The standard values of ratings should be selected from the R10 series specified in IEC Publication 59.

Notes 1. - Specific co-ordination between rated normal current and rated voltage is not a requirement of this standard.

2. - Specific co-ordination between rated normal current and short-time withstand current is not a requirement of this standard.

4.115 *Co-ordination of rated values for limited-purpose and special-purpose switches*

A limited-purpose switch should preferably have the same specific ratings as those for a general-purpose switch, where such ratings are applicable. If other ratings are specified, values from the R10 series should be selected.

A special-purpose switch is not required to have coordinated ratings. The rated values, however, should be selected from the R10 series specified in IEC Publication 59.

5. **Design and construction**

Clause 5 of IEC Publication 694 is applicable with the additions indicated below.

5.1 *Requirements for liquids in high-voltage switches*

Sub-clause 5.1 of IEC Publication 694 is applicable.

5.2 *Requirements for gases in high-voltage switches*

Sub-clause 5.2 of IEC Publication 694 is applicable.

5.3 *Earthing of high-voltage switches*

Sub-clause 5.3 of IEC Publication 694 is applicable.

5.4 *Auxiliary equipment*

Sub-clause 5.4 of IEC Publication 694 is applicable.

5.5 *Dependent power closing*

Sub-clause 5.5 of IEC Publication 694 is applicable.

5.6 *Stored energy closing*

Sub-clause 5.6 of IEC Publication 694 is applicable.

5.7 *Operation of releases*

Sub-clause 5.7 of IEC Publication 694 is applicable.

5.8 *Low and high pressure interlocking devices*

Sub-clause 5.8 of IEC Publication 694 is applicable.

5.9 *Plaques signalétiques*

Le paragraphe 5.9 de la Publication 694 de la CEI est applicable. Les interrupteurs et leurs dispositifs de manœuvre doivent être pourvus de plaques signalétiques contenant les renseignements indiqués au tableau II.

5.101 *Mécanisme de fermeture*

Pour les interrupteurs possédant un pouvoir de fermeture en court-circuit, seuls sont autorisés les dispositifs de fermeture à accumulation d'énergie ou de fermeture dépendante à source d'énergie extérieure.

5.102 *Résistance mécanique*

Les interrupteurs installés suivant les instructions du constructeur doivent être capables de supporter les efforts mécaniques assignés sur les bornes ainsi que les efforts électrodynamiques, sans réduction de leur sûreté de fonctionnement ou de leur aptitude à supporter le courant.

5.103 *Position des contacts mobiles et de leurs dispositifs indicateurs ou de signalisation*

5.103.1 *Maintien en position*

Les interrupteurs, ainsi que leurs dispositifs de manœuvre, doivent être construits de telle façon qu'ils ne puissent pas quitter leur position d'ouverture ou de fermeture par gravité, vibrations, chocs d'importance raisonnable ou contact accidentel sur la tringlerie de leurs dispositifs de manœuvre ou sous l'action de forces électrodynamiques. Les interrupteurs ou leurs dispositifs de manœuvre doivent être conçus de façon à permettre la mise en œuvre de moyens rendant impossibles les manœuvres non autorisées.

5.103.2 *Indication de la position*

Les positions d'ouverture et de fermeture doivent être clairement indiquées. Cette exigence est satisfaite lorsqu'une des conditions suivantes est remplie:

- a) la distance d'isolement entre contacts ouverts, ou la distance de sectionnement est visible;
- b) la position de chaque contact mobile est indiquée par un dispositif indicateur sûr.

Notes 1. – Un contact mobile visible peut servir de dispositif indicateur.

2. – Lorsque tous les pôles d'un interrupteur sont accouplés de telle sorte qu'ils soient manœuvrés comme un seul élément, il est permis d'utiliser un dispositif indicateur commun.

5.103.3 *Contacts auxiliaires de signalisation*

La signalisation de la position de fermeture ne doit pas se produire avant qu'on soit assuré que les contacts mobiles atteindront une position telle que le courant assigné en service continu, la valeur de crête du courant admissible assigné et le courant de courte durée admissible assigné puissent être supportés en sécurité.

La signalisation de la position d'ouverture ne doit pas se produire avant que les contacts mobiles aient atteint une position telle que la distance d'isolement entre contacts ou la distance de sectionnement soit au moins 80% de la distance d'isolement ou de sectionnement totale ou avant qu'on soit assuré que les contacts mobiles atteindront leur position de pleine ouverture.

6. **Essais de type**

Les essais de type ont pour but de prouver les caractéristiques des interrupteurs à haute tension, de leurs dispositifs de manœuvre, et de leurs équipements auxiliaires.

5.9 Nameplates

Sub-clause 5.9 of IEC Publication 694 is applicable. Switches and their operating devices shall be provided with nameplates which contain information in accordance with Table II.

5.101 Closing mechanism

For switches having a short-circuit making current rating, only switches having stored energy closing or dependent power closing mechanisms are allowed.

5.102 Mechanical strength

Switches shall be capable of bearing the rated mechanical terminal load when installed according to the manufacturer's instructions, as well as electromagnetic forces, without reduction of their reliability or current carrying capacity.

5.103 Position of the movable contact system and its indicating or signalling device

5.103.1 Securing the position

Switches, including their operating devices, shall be so constructed that they cannot come out of their open or closed positions by forces arising from gravity, vibration, reasonable shocks or accidental touching of the connecting rods of their operating devices, or by electromagnetic forces. Switches or their operating devices shall be designed to allow the application of means to prevent unauthorized operation.

5.103.2 Indication of position

The open and closed positions of the switches shall be clearly indicated. This requirement is met if one of the following conditions is fulfilled:

- a) the gap or isolating distance is visible;
- b) the position of each movable contact is indicated by a reliable indicating device.

Notes 1. – A visible moving contact may serve as the indicating device.

2. – In the case where all poles of a switch are so coupled as to be operated as a single unit, it is permissible to use a common indicating device.

5.103.3 Auxiliary contacts for signalling

Signalling of the closed position shall not take place until it is certain that the movable contacts will reach a position in which the rated normal, peak withstand, and short-time withstand currents can be carried safely.

Signalling of the open position shall not take place until the movable contacts have reached a position such that the corresponding gap or isolating distance is at least 80% of the total isolating distance, or until it is certain that the movable contacts will reach their fully open position.

6. Type tests

The type tests are for the purpose of proving the characteristics of high-voltage switches, their operating devices and their auxiliary equipment.

Les essais de type comprennent:

a) *les essais de type normaux:*

- essais diélectriques, comprenant les essais de choc de foudre et de choc de manœuvre, les essais de tenue à la tension à fréquence industrielle, et les essais de tenue à la tension à fréquence industrielle des circuits auxiliaires et de commande;
- essais d'échauffement;
- mesurage de la résistance du circuit principal;
- essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible;
- essais pour prouver l'aptitude de l'interrupteur à établir et couper les courants spécifiés;
- essais pour prouver le bon fonctionnement mécanique et l'endurance mécanique.

Tous les essais ci-dessus sont en principe effectués sur un interrupteur à haute tension complet (rempli avec les types et quantités spécifiés de liquide, ou de gaz à la pression spécifiée ou à pression réduite, si nécessaire), et sur ses dispositifs de commande et équipements auxiliaires.

L'interrupteur essayé doit être conforme dans tous ses détails essentiels aux dessins du type d'interrupteur spécifiés.

b) *les essais de type sur demande spéciale de l'utilisateur:*

- essais pour prouver l'aptitude de l'interrupteur à établir ou couper des courants spécifiés par l'utilisateur au-delà du domaine des essais de type normaux;
- essais pour prouver l'aptitude de l'interrupteur à couper des courants de défaut à la terre dans les réseaux à neutre isolé ou compensés par bobine d'extinction;
- essais pour prouver le bon fonctionnement dans des conditions sévères de formation de glace;
- essais pour prouver la bonne tenue de l'isolation externe dans des conditions de pollution de l'air;
- essais pour déterminer l'aptitude d'un interrupteur à des applications nécessitant un nombre accru de cycles de manœuvres;
- essais de tension de perturbation radioélectrique;
- essais de décharges partielles;
- essais pour vérifier le fonctionnement pendant l'application des efforts mécaniques assignés sur les bornes.

6.1 *Essais diélectriques*

Le paragraphe 6.1 de la Publication 694 de la CEI est applicable avec l'exception suivante:

6.1.9 *Essais de décharges partielles*

Le paragraphe 6.1.9 de la Publication 694 de la CEI est remplacé par le texte suivant:

La réalisation d'essais de décharges partielles sur l'interrupteur complet n'est pas demandée. Toutefois, pour les interrupteurs comportant des éléments auxquels s'applique une publication correspondante de la CEI prévoyant des mesurages de décharges partielles (par exemple les traversées, voir Publication 137 de la CEI), le constructeur doit prouver que ces éléments ont satisfait aux essais de décharges partielles prévus par la publication correspondante de la CEI. Pour le mesurage des décharges partielles, voir Publication 270 de la CEI.

Type tests include:

a) *normal type tests:*

- dielectric tests including lightning and switching impulse tests, power-frequency voltage withstand tests, and power-frequency voltage withstand tests on auxiliary and control circuits;
- temperature-rise tests;
- measurement of the resistance of the main circuit;
- short-time withstand current and peak withstand current tests;

- tests to prove the ability of the switch to make and break the specified currents;
- tests to prove satisfactory mechanical operation and endurance.

All of the above tests should be made on the complete high-voltage switch (filled with the specified types and quantities of liquid or gas at specified pressure or reduced pressure, as required), and on its operating devices and auxiliary equipment.

The high-voltage switch tested shall conform in all essential details to drawings of the type of switch specified.

b) *type tests upon special request of the user:*

- tests to prove the ability of the switch to make or break currents that are specified by the user and are beyond the scope of the normal type tests;
- tests to prove the ability of the switch to interrupt earth faults in systems with isolated neutrals or in resonant earthed systems;
- tests to prove satisfactory operation under severe ice conditions;

- tests to prove the integrity of the external insulation under conditions of air pollution;

- tests to determine the capability of a switch for applications requiring an increased number of operating cycles;
- radio interference voltage (R. I. V.) tests;
- partial discharge tests;
- tests for verification of operation during application of rated mechanical terminal loads.

6.1 *Dielectric tests*

Sub-clause 6.1 of IEC Publication 694 is applicable with the following exception:

6.1.9 *Partial discharge tests*

Sub-clause 6.1.9 of IEC Publication 694 is replaced by the following:

No partial discharge tests are required to be performed on the complete high voltage switch. However, in the case of switches using components for which a relevant IEC publication exists, including partial discharge measurements (e. g., bushings, IEC Publication 137), evidence shall be produced by the manufacturer showing that these components have passed the partial discharge tests as foreseen by the relevant IEC publication. For partial discharge measurements, refer to IEC Publication 270.

6.2 *Essais de tension de perturbation radioélectrique*

Les essais de tension de perturbation radioélectrique doivent être effectués par accord entre constructeur et utilisateur. Le paragraphe 6.2 de la Publication 694 de la CEI est applicable avec le complément suivant:

Les essais peuvent être effectués sur un pôle de l'interrupteur dans les deux positions de fermeture et d'ouverture.

Note. – Ces essais ne sont pas demandés pour les interrupteurs de tension assignée de 52 kV inclus à 100 kV inclus ni pour les interrupteurs sous enveloppe métallique à isolation gazeuse.

6.3 *Essais d'échauffement*

Le paragraphe 6.3 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

6.4 *Mesurage de la résistance du circuit principal*

Le paragraphe 6.4 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

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

Le paragraphe 6.5 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

6.101 *Essais d'établissement et de coupure*

6.101.1 *Etat de l'interrupteur pour les essais*

L'interrupteur à essayer doit être monté complet sur son propre support, ou sur un support équivalent. Son dispositif de manœuvre est actionné dans les conditions spécifiées et en particulier, si le dispositif de manœuvre est à commande électrique ou pneumatique, il doit être alimenté sous sa tension ou pression minimale respectivement.

Avant d'entreprendre les essais d'établissement et de coupure, il y a lieu d'effectuer des manœuvres à vide en enregistrant les caractéristiques de fonctionnement de l'interrupteur, telles que la vitesse de déplacement, la durée de fermeture et la durée d'ouverture.

Lorsque cela est applicable, les essais doivent être effectués avec la masse volumique minimale de gaz pour la coupure.

Les interrupteurs à commande manuelle peuvent être manœuvrés à distance ou par une commande à source d'énergie extérieure telle que l'on obtienne une vitesse de manœuvre équivalente à celle de la commande manuelle.

On doit tenir compte des effets de la mise sous tension de l'une ou de l'autre des bornes de l'interrupteur. Lorsqu'en service l'interrupteur peut être alimenté ou mis sous tension par les deux bornes et que les dispositions matérielles d'un côté de l'interrupteur diffèrent de celles de l'autre côté, le côté alimentation du circuit d'essai doit être relié à la borne dont le raccordement présente les conditions les plus sévères. En cas de doute, les essais de coupure et d'établissement sont effectués en partie en reliant le côté alimentation du circuit d'essai à une borne de l'interrupteur et en partie en le reliant à la borne opposée.

Les essais d'établissement et de coupure des interrupteurs tripolaires doivent être effectués de la manière suivante:

- un interrupteur tripolaire ayant ses trois pôles montés dans une enveloppe commune doit être essayé comme une unité complète. Les essais d'établissement et de coupure ne sont permis qu'en triphasé à moins qu'on ne puisse montrer qu'il n'y a ni interaction ni communication entre pôles pendant l'établissement et la coupure;
- un interrupteur tripolaire constitué de trois interrupteurs unipolaires est de préférence essayé comme une unité complète. Les essais d'établissement et de coupure en triphasé sont

6.2 *Radio interference voltage (RIV) tests*

Radio interference voltage tests shall be performed by agreement between manufacturer and user. Sub-clause 6.2 of IEC Publication 694 is applicable with the following addition:

Tests may be performed on one pole of the switch in both closed and open positions.

Note. – These tests are not required for switches with rated voltages 52 kV to 100 kV, nor for switches used in gas-insulated substations.

6.3 *Temperature rise tests*

Sub-clause 6.3 of IEC Publication 694 is applicable.

6.4 *Measurement of the resistance of the main circuit*

Sub-clause 6.4 of IEC Publication 694 is applicable.

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

Sub-clause 6.5 of IEC Publication 694 is applicable.

6.101 *Making and breaking tests*

6.101.1 *Arrangement of the switch for tests*

The switch under test shall be completely mounted on its own support, or on an equivalent support. Its operating device shall be operated in the manner prescribed and in particular, if it is electrically or pneumatically operated, it shall be operated at the minimum supply voltage or air pressure, respectively.

Before commencing making and breaking tests, no-load operations shall be made, and details of the operating characteristics of the switch, such as speed of travel, closing time, and opening time, shall be recorded.

If applicable, tests shall be performed at the minimum gas density of the gas for interruption.

Switches with manual operation may be operated by remote control or power operating means such that an operating speed equivalent to that of the manual operator is obtained.

Consideration shall be given to the effects of energization of either terminal of the switch. When the switch in service can be supplied or energized from either terminal, and the physical arrangement of one side of the switch differs from that of the other side, the supply side of the test circuit shall be connected to one side so as to represent the most onerous conditions. In case of doubt, part of the breaking and making tests shall be carried out with the supply side of the test circuit connected to one side of the switch and part with the supply connected to the other side.

Making and breaking tests on three-pole switches shall be carried out as follows:

- a three-pole switch having all three poles mounted within a common enclosure shall be tested as a complete unit. Only three-phase making and breaking tests are permitted, unless it can be shown that there is no interaction or communication between poles during making or breaking.
- a three-pole switch consisting of three single-pole switches should be tested as a complete unit. Three-phase making and breaking tests are preferable, but for convenience or due to

préférables, mais pour des raisons de commodité ou de limitation de la station d'essai on peut effectuer les essais en monophasé sur un seul pôle à condition que, pour toute la série des essais, ce pôle ne soit pas placé dans une condition plus favorable que l'interrupteur tripolaire complet en ce qui concerne:

- la vitesse de fermeture;
- la vitesse d'ouverture;
- la puissance et la robustesse du dispositif de fermeture et d'ouverture;
- la rigidité de la structure.

Quand des essais en monophasé sont permis, des essais par éléments séparés peuvent être effectués sous réserve que l'interrupteur réponde aux prescriptions du paragraphe 6.102.3.2 de la Publication 56 de la CEI.

Des essais synthétiques monophasés ou triphasés peuvent être effectués conformément au paragraphe 6.102.4 de la Publication 56 de la CEI.

Pour les interrupteurs normalement installés dans une enveloppe métallique, à l'exception des interrupteurs sous enveloppe métallique à isolation gazeuse, et qui émettent en manœuvre en charge des flammes ou des particules métalliques, la procédure suivante est prescrite: l'interrupteur doit être essayé monté dans l'enveloppe métallique ou en plaçant des écrans métalliques près des parties sous tension, à une distance à spécifier par le constructeur. Les écrans, le châssis et toute autre partie normalement mise à la terre doivent être reliés à la terre par un fusible constitué par un fil de cuivre de 0,1 mm de diamètre et de 5 cm de longueur. Il est admis qu'aucun passage significatif de courant ne s'est produit si ce fusible est intact après l'essai.

6.101.2 *Mise à la terre du circuit d'essai et de l'interrupteur*

Les essais de coupure des interrupteurs tripolaires d'usage général de tension assignée inférieure ou égale à 170 kV avec un circuit d'essai triphasé sont effectués en mettant à la terre soit le point neutre de l'alimentation, soit le point neutre de la charge. Dans le premier cas, l'impédance homopolaire doit être inférieure à trois fois l'impédance directe, côté alimentation. Dans l'un ou l'autre cas, le circuit d'essai et le châssis de l'interrupteur sont mis à la terre de telle sorte que les conditions de tension entre parties actives et terre et entre entrée et sortie de l'interrupteur après extinction de l'arc reproduisent les conditions de tension en service.

Les interrupteurs d'usage général de tension assignée supérieure ou égale à 245 kV sont essayés en mettant à la terre les deux points neutres de l'alimentation et de la charge.

Les essais de coupure en monophasé d'interrupteurs tripolaires et les essais d'interrupteurs unipolaires sont effectués avec une borne du pôle en essai reliée à l'alimentation et l'autre borne reliée à la charge. Le point commun à la charge et à l'alimentation peut être mis à la terre comme indiqué par exemple sur les figures 2 et 4. (Cependant, quand il est nécessaire d'assurer une répartition correcte de la tension entre les modules d'un interrupteur ayant plusieurs modules en série, un autre point du circuit d'alimentation peut être relié à la terre.)

Pour les circuits d'essais capacitifs, se reporter au paragraphe 6.101.8.3, points *c)* et *d)*.

Pour tous les essais, les connexions utilisées doivent être indiquées dans le rapport d'essais.

Note. — Les recommandations de mise à la terre pour les essais des interrupteurs d'usage général correspondent, pour les tensions assignées inférieures ou égales à 170 kV à des réseaux à neutre autre qu'à la terre (du côté alimentation et/ou du côté charge), et pour les tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV à des réseaux à neutre à la terre (du côté alimentation et du côté charge). Pour des conditions différentes de mise à la terre, les conditions d'essai et les caractéristiques assignées de coupure des interrupteurs d'usage spécial ou limité sont à définir par accord entre constructeur et utilisateur.

laboratory limitations, single-phase tests on one pole of the switch may be performed, provided that it is not in a more favorable condition than the complete three-pole switch over the range of tests with respect to:

- speed of make;
- speed of break;
- power and strength of closing and opening mechanism;
- rigidity of structure.

Where single-phase tests are permitted, unit tests may be performed, provided that the switch satisfies the requirements of Sub-clause 6.102.3.2 of IEC Publication 56.

Single-phase or three-phase synthetic tests may be performed in accordance with Sub-clause 6.102.4 of IEC Publication 56.

For switches normally installed within a metal enclosure, excepting gas-insulated metal-enclosed switches, and having the characteristic of the emission of flame or metallic particles during breaking or making, the following procedure is required. The tests shall be made with the switch mounted within the metal enclosure or with metallic screens placed in the vicinity of the live parts, and separated from them by a clearance which the manufacturer shall specify. The screens, frame and other normally earthed parts shall be connected to earth through a fuse consisting of a copper wire of 0.1 mm diameter and 5 cm in length. No significant leakage is assumed to have occurred if this wire is intact after the test.

6.101.2 *Earthing of test circuit and switch*

Breaking tests conducted on general-purpose, three-pole switches, with rated voltages of 170 kV and below, using a three-phase test circuit, shall be performed with either the neutral point of the supply earthed, or the neutral point of the load earthed. In the first case, the zero sequence impedance shall be less than three times the positive sequence impedance on the supply side. In either case, the test circuit and the frame of the switch shall be earthed so that the voltage conditions between live parts and earth and across the switch, after arc extinction, are representative of service voltage conditions.

General-purpose switches, with rated voltages of 245 kV and above, shall be tested using an earthed neutral for both the supply and load circuits.

For single-phase breaking tests on three-pole switches or for tests on single-pole switches, tests shall be performed with one terminal of the pole to be tested connected to the supply, and the other terminal connected to the load. The common-side connection of the load and supply may be earthed, as shown in Figure 2 and Figure 4, for example. (However, when it is necessary to ensure the correct voltage distribution between the units of a multi-unit switch, another point of the supply circuit may be connected to earth.)

For capacitive test circuits, refer to Sub-clause 6.101.8.3 Items *c)* and *d)*.

The connections used in all tests shall be indicated in the test report.

Note. — The recommended earthing connections for general-purpose switches are based upon the conditions that, for rated voltages 170 kV and below, the system is unearthed (supply or load or both), and for rated voltages 245 kV and above, the system is earthed (both supply and load). For other earthing conditions, tests for special-purpose or limited-purpose switches are to be conducted and breaking ratings are to be established, by agreement between the manufacturer and user.

6.101.3 *Fréquence d'essai*

Les interrupteurs doivent être essayés à leur fréquence assignée, avec une tolérance de $\pm 10\%$. Toutefois, pour la commodité des essais, il est permis d'élargir la tolérance ci-dessus, par exemple pour essayer à 60 Hz des interrupteurs de fréquence assignée 50 Hz et réciproquement. Il convient alors d'interpréter les résultats avec précaution en tenant compte de tous les faits significatifs tels que le type des interrupteurs et le type des essais effectués.

Note. – Dans certains cas, les caractéristiques assignées d'un interrupteur peuvent être différentes suivant qu'il est utilisé à 60 Hz ou à 50 Hz.

6.101.4 *Tension d'essai pour les essais de coupure*

Pour les essais en triphasé, la tension d'essai est égale à la tension assignée de l'interrupteur sauf exceptions indiquées pour des séquences d'essais spécifiques. Les tensions d'essai sont indiquées au tableau VI.

Les essais en monophasé peuvent être utilisés en variante aux essais en triphasé pour les interrupteurs tripolaires s'il peut être démontré que les conditions du paragraphe 6.101.1 sont bien remplies. Les interrupteurs conçus pour permettre la manœuvre indépendante de chaque pôle, sans tenir compte de l'état des autres pôles, peuvent aussi être essayés en monophasé.

Les interrupteurs tripolaires peuvent être classés en deux catégories suivant la non-simultanéité entre pôles, qui est définie comme l'intervalle de temps maximal entre la séparation des contacts du premier pôle et la séparation des contacts du dernier pôle. Les essais en monophasé doivent être effectués suivant les valeurs spécifiées au tableau VII A pour les interrupteurs ayant une non-simultanéité entre pôles inférieure ou égale à 0,5 période (0,25 période pour la séquence d'essais 4) et suivant les valeurs spécifiées au tableau VII B pour les interrupteurs ayant une non-simultanéité entre pôles supérieure à 0,5 période (0,25 période pour la séquence d'essais 4).

Les essais en monophasé des interrupteurs manœuvrés pôle après pôle doivent être effectués suivant les valeurs spécifiées au tableau VII B.

La non-simultanéité entre pôles doit être mesurée avec les valeurs de tension ou de pression d'alimentation du dispositif de manœuvre et de pression du gaz pour la coupure correspondant à la non-simultanéité maximale.

La tension d'essai est mesurée immédiatement après l'interruption sauf pour les essais de coupure de courants capacitifs pour lesquels elle est mesurée juste avant la séparation des contacts. La tension est mesurée aussi près que possible des bornes de l'interrupteur, c'est-à-dire sans impédance appréciable entre le point de mesure et les bornes. Pour les essais en triphasé, la tension d'essai est la moyenne des tensions d'essai entre phases. La tension d'essai entre deux phases quelconques ne doit pas différer de la tension d'essai moyenne de plus de 10%.

Pour les essais de coupure, la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être maintenue pendant au moins 0,1 s après interruption. Cependant, pour les essais de coupure de courants capacitifs, il convient de maintenir la tension, y compris la composante apériodique, pendant au moins 0,3 s.

Pour les essais par éléments séparés, une tension d'essai réduite est choisie de façon à imposer la tension appropriée sur un élément d'un interrupteur à plusieurs éléments.

6.101.5 *Courant coupé*

Le courant à couper doit être symétrique avec un décrétement négligeable. Les contacts de l'interrupteur ne doivent pas se séparer avant disparition de la composante transitoire due à la fermeture du circuit.

6.101.3 *Test frequency*

Switches shall be tested at rated frequency, with a tolerance of $\pm 10\%$. However, for convenience of testing, some deviations from the above tolerance are allowable; for example, when switches rated at 50 Hz are tested at 60 Hz and vice versa. Care should be exercised in the interpretation of the results, taking into account all significant facts such as the type of switch and the type of test performed.

Note. – In some cases, the rated characteristics of a switch may be different for use at 60 Hz than for use at 50 Hz.

6.101.4 *Test voltage for breaking tests*

The test voltage for three-phase tests shall be equal to the rated voltage of the switch except as noted for specific test duties. Test voltages are shown in Table VI.

Single-phase tests may be used as an alternative to three-phase tests for three-pole switches if it can be shown that the conditions of Sub-clause 6.101.1 are met. Switches designed so as to permit operation of each pole irrespective of the state of the other poles may also be tested single-phase.

Three-pole switches may be classified into two categories with respect to pole non-simultaneity. Pole non-simultaneity is the maximum time between the instant of contact separation of the first pole and the last pole. Single-phase tests on switches with 0.5 cycle or less non-simultaneity (0.25 cycle or less for test-duty 4) shall be tested in accordance with the values specified in Table VII A. Switches having a non-simultaneity greater than 0.5 cycle (greater than 0.25 cycle for test-duty 4) shall be tested in accordance with the values specified in Table VII B.

Single-phase tests on switches operated pole after pole shall be conducted in accordance with the values specified in Table VII B.

Non-simultaneity shall be measured using values of supply voltage or pressure of the operating device and gas pressure of the interrupter yielding the maximum non-simultaneity.

The test voltage shall be measured immediately after interruption, with the exception of capacitive loads, wherein the voltage is measured immediately prior to opening of the contacts. The voltage shall be measured as closely as possible to the terminals of the switch, i. e., without appreciable impedance between the measuring point and the terminals. For three-phase tests, the test voltage shall be expressed as the average of the phase-to-phase test voltages. The test voltage between any two phases shall not be different from the average test voltage by more than 10%.

The power frequency test voltage shall be maintained for at least 0.1 s after interruption, for breaking tests. For capacitive circuit-breaking tests, however, the voltage, including the d. c. component, should be maintained for at least 0.3 s.

For unit tests, a reduced test voltage shall be chosen so as to impose the proper voltage on a unit of a multi-unit switch.

6.101.5 *Breaking current*

The current to be interrupted shall be symmetrical with negligible decrement. The contacts of the switch shall not be separated until transient currents due to closing of the circuit have subsided.

Pour les essais en triphasé, le courant coupé égal à la moyenne des courants coupés dans tous les pôles doit être égal au courant assigné pour la séquence d'essais spécifique. La différence entre la moyenne des courants et les valeurs obtenues dans chaque pôle ne doit pas dépasser 10% de la valeur moyenne.

Pour les essais en triphasé et en monophasé, les courants coupés doivent respectivement être conformes aux indications des tableaux VI et VII A ou VII B.

Pour les essais de coupure de courants capacitifs, la forme d'onde du courant d'essai est en principe sinusoïdale. Cette condition est considérée comme remplie si le rapport de la valeur efficace du courant total à la valeur efficace de la composante fondamentale ne dépasse pas 1,2. Le courant d'essai ne doit pas passer par zéro plus d'une fois par demi-période à fréquence industrielle.

La vérification du pouvoir de coupure dans un essai doit être déterminée par:

- a) la tension d'essai;
- b) le courant coupé;
- c) le facteur de puissance du circuit;
- d) le circuit d'essai;
- e) les paramètres de la tension transitoire de rétablissement;
- f) le nombre de cycles établissement-coupure.

6.101.6 *Tension d'essai pour les essais d'établissement de courants de court-circuit*

Les essais des interrupteurs tripolaires sont à effectuer de préférence en triphasé, à la tension assignée des interrupteurs.

Il est également permis de faire des essais en monophasé s'il peut être démontré que les conditions du paragraphe 6.101.1 sont bien remplies. En outre, il faut démontrer que les essais en monophasé sont au moins aussi contraignants que les essais en triphasé en ce qui concerne les efforts mécaniques exercés sur chacun des pôles et sur le dispositif de manœuvre. Les tensions d'essai pour les essais en monophasé sont indiquées aux tableaux VII A et VII B.

Les limites de possibilité des stations d'essai aux tensions les plus élevées peuvent être telles qu'il soit extrêmement difficile de faire des essais directs à la tension et au courant assignés. Dans ces conditions, un circuit d'essai synthétique peut être utilisé, la tension d'essai nécessaire étant fournie par une source et le courant de fermeture assigné par une seconde source.

Sous certaines conditions, les essais peuvent être effectués à tension réduite. Il doit être démontré que les essais à tension réduite ne sont pas moins contraignants que les essais aux tensions appropriées indiquées aux tableaux VI, VII A et VII B. On doit prévoir un moyen de provoquer le préamorçage de l'arc à la fermeture à la même distance que celle qui aurait été obtenue à la tension appropriée des essais triphasés ou monophasés et il ne doit en principe y avoir ni interruption, ni distorsion significative du courant établi pendant la fermeture.

6.101.7 *Courant établi en court-circuit*

Le courant établi en court-circuit, qui s'exprime par la plus grande des valeurs de crête des courants d'essai dans un essai en triphasé, ou par la valeur de crête du courant dans un essai en monophasé, doit être au moins égal à 100% du pouvoir de fermeture assigné en court-circuit pour au moins l'un des deux essais prescrits. Les essais sont considérés comme valables, si la valeur de crête du courant pour l'autre essai est au moins égale à 90% de la valeur assignée ou du courant d'essai spécifié. La valeur efficace de la composante périodique dans chaque pôle pendant la dixième période du courant doit être au moins égale à 80% du courant de courte durée admissible. La durée du courant de court-circuit doit être au moins de 10 périodes.

The breaking current for three-phase tests shall be the rated current for the specific test duty and is measured as the average of the current interrupted in all poles. The difference between the average current and the values obtained in each pole shall not exceed 10% of the average value.

The breaking currents for three-phase tests and single-phase tests shall be as shown in Table VI and Table VII A or VII B respectively.

The waveform of the test current, for capacitive circuit-breaking tests, should be sinusoidal. This requirement is satisfied if the ratio of the r.m.s. value of the total current to the r.m.s. value of the fundamental component does not exceed 1.2. The test current shall not go through zero more than once per half cycle of power frequency.

The breaking capacity shall be stated in terms of:

- a) the test voltage;
- b) the breaking current;
- c) the circuit power factor;
- d) the test circuit;
- e) the transient recovery voltage parameters;
- f) the number of close-open operating cycles.

6.101.6 *Test voltage for short-circuit making tests*

Three-phase tests should preferably be made on three-pole switches at the rated voltage of the switch.

Single-phase tests on a three-pole switch may also be made, provided it can be shown that conditions of Sub-clause 6.101.1 are met. Additionally, it must be shown that the severity of single-phase tests with regard to the mechanical forces produced on each pole and on the operating device are equal to or more severe than those produced during a three-phase test. Test voltages for single-phase tests are shown in Tables VII A and VII B.

Laboratory limitations at the higher voltages may be such as to make direct tests at rated voltage and rated current extremely difficult. A synthetic making circuit may be used under these circumstances so as to produce the required test voltage from one supply and the rated making current from a second supply.

Under certain conditions, tests may be performed at a reduced voltage. It must be shown that reduced voltage tests are not less severe than tests at the proper voltages as indicated in Tables VI, VII A and VII B. A means shall be provided of causing the initiation of arcing on closing at the same distance as that which would be attained at the proper three-phase or single-phase test voltages. There should be no significant distortion or interruption of the making current during the closing period.

6.101.7 *Short-circuit making current*

The short-circuit making current shall be expressed as the maximum value of the peak test currents for three-phase tests, or the peak test current for a single-phase test, and shall be at least 100% of the rated short-circuit making current in at least one test of the two tests required. The tests are considered valid if the peak current in the other test is at least 90% of the rated value or of the specified test current. The symmetrical r.m.s. value of current in each pole during the tenth cycle of current shall be at least 80% of the rated short-time withstand current. The duration of the short-circuit current shall be at least 10 cycles.

Cependant, le préamorçage ne permet pas toujours d'atteindre le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit même si les essais sont faits à la tension assignée de l'interrupteur. Dans ce cas, on doit prouver que les valeurs de crête atteintes par les courants établis correspondent bien aux courants qui seront obtenus en utilisant l'interrupteur à sa tension assignée dans un circuit dont la valeur de crête du courant présumé maximal est égale au pouvoir de fermeture assigné en court-circuit.

La vérification du pouvoir de fermeture en court-circuit doit être déterminée par:

- a) la tension d'essai;
- b) le courant établi exprimé en valeur de crête;
- c) le courant établi exprimé en valeur efficace de la composante périodique mesurée pendant la dixième période du courant d'essai;
- d) la durée du courant de court-circuit;
- e) le circuit d'essai;
- f) le moyen utilisé pour entraîner le préamorçage de l'arc à une distance convenable, si les essais sont effectués à tension réduite;
- g) le nombre de manœuvres d'établissement.

6.101.8 *Circuits d'essais pour les essais de coupure*

Les essais de coupure des interrupteurs tripolaires peuvent être effectués sur des circuits triphasés ou monophasés, sauf exception notée au paragraphe 6.101.1.

6.101.8.1 *Circuit de charge principalement active (séquence d'essais 1 et séquence d'essais 3)*

Le circuit d'essai comprend un circuit d'alimentation et un circuit de charge (voir figures 1 et 2).

Le circuit d'alimentation comprenant l'impédance totale qui lui est associée, est constitué de réactances et de résistances en série et doit avoir un facteur de puissance ne dépassant pas 0,2. L'impédance du circuit d'alimentation doit représenter $15 \pm 3\%$ de l'impédance totale du circuit d'essai pour la séquence d'essais 1. Le même circuit d'alimentation peut être utilisé pour la séquence d'essais 3.

L'impédance représentant le circuit d'alimentation peut être reliée au côté source de l'interrupteur, ou répartie entre les deux côtés, à condition que la tension transitoire de rétablissement présumée ne soit pas moins sévère que celle qui est spécifiée au tableau III. Pour des conditions de mise à la terre différant de celles décrites au tableau III, les essais sont à faire suivant accord entre constructeur et utilisateur.

Le circuit de charge doit avoir un facteur de puissance compris entre 0,65 et 0,75 et être constitué d'inductances en parallèle avec des résistances.

6.101.8.2 *Circuits de boucle fermée (séquence d'essais 2)*

a) *Lignes de transport (séquence d'essais 2a)*

Les circuits d'essais (voir figures 3 et 4) doivent avoir un facteur de puissance ne dépassant pas 0,3. Les tensions transitoires de rétablissement présumées ne sont pas moins sévères que celles qui sont spécifiées au tableau IV A.

Pour les essais en triphasé des interrupteurs tripolaires, la tension d'essai entre phases du circuit ouvert est égale à 20% de la tension assignée des interrupteurs de tension assignée inférieure à 300 kV et à 15% de la tension assignée des interrupteurs de tension assignée supérieure ou égale à 300 kV. Pour les essais en monophasé, les tensions d'essai sont indiquées aux tableaux VII A et VII B.

Note. – Ces valeurs sont expérimentales et sujettes à révision.

Due to pre-arcing, it is not always possible to achieve the required rated short-circuit making current even though tests are made at the rated voltage of the switch. For this case, evidence shall be given that the making currents attained are representative of the currents which will be achieved upon application of the switch at rated voltage in a circuit wherein the maximum prospective peak current is equal to the rated short-circuit making current.

The short-circuit making current performance shall be stated in terms of:

- a) the test voltage;
- b) the making current expressed as a peak value;
- c) the r. m. s. value of the a. c. component as measured during the tenth cycle of the test current;
- d) the short-circuit current duration;
- e) the test circuit;
- f) the means used to cause initiation of arcing at the proper distance if tests are made at reduced voltage;
- g) the number of making operations.

6.101.8 *Test circuits for breaking tests*

Breaking tests on three-pole switches may be performed using three-phase test circuits or single-phase test circuits, except as noted in Sub-clause 6.101.1.

6.101.8.1 *Mainly active load circuit (test-duty 1 and test-duty 3)*

The test circuits, Figures 1 and 2, consist of a supply circuit and a load circuit.

The supply circuit, representing the total series impedance, shall have series-connected reactance and resistance and shall have a power factor not exceeding 0.2. The impedance of the supply circuit shall be $15\% \pm 3\%$ of the total impedance of the test circuit for test-duty 1. The same supply circuit impedance may be used for test-duty 3.

The impedance representing the supply side circuit may be connected on the source side of the switch, or split on both sides; provided that the prospective transient recovery voltage shall not be less severe than those specified in Table III. For earthing conditions other than those described in Table III, tests are to be performed upon agreement between manufacturer and user.

The load circuit shall have a power factor between 0.65 and 0.75 and shall consist of reactors and resistors connected in parallel.

6.101.8.2 *Closed-loop circuits (test-duty 2)*

a) *Transmission line circuit (test-duty 2a)*

The test circuits, Figures 3 and 4, shall have a power factor not exceeding 0.3. The prospective transient recovery voltages shall not be less than those specified in Table IV A.

The open circuit, phase-to-phase, test voltages for three-phase tests on three-pole switches are 20% of rated voltage for switches having rated voltages below 300 kV, and 15% of rated voltage for switches having rated voltages of 300 kV and above. Test voltages for single-phase tests are shown in Tables VIIA and VIIB.

Note. – These values are tentative and are subject to revision.

Les lignes de transport anormalement longues ou avec compensation série sont considérées comme des cas spéciaux pour lesquels les tensions réelles peuvent dépasser ces valeurs spécifiées. Pour ces cas spéciaux, les essais sont effectués suivant accord entre constructeur et utilisateur.

La tension transitoire de rétablissement présumée spécifiée a la forme d'une onde triangulaire due à l'impédance d'onde des lignes connectées. Cependant, pour simplifier les essais, une tension transitoire de rétablissement ayant une forme $(1-\cos)$ peut être utilisée si les valeurs de V_{ATR} et de U_c spécifiées au tableau IVA sont obtenues, en appliquant la méthode des 2 paramètres.

b) Transformateurs en parallèle (séquence d'essais 2b)

Les circuits d'essais (voir figures 3 et 4) doivent avoir un facteur de puissance ne dépassant pas 0,2. Les tensions transitoires de rétablissement ne sont pas moins sévères que celles qui sont spécifiées au tableau IV B.

6.101.8.3 *Circuits capacitifs (séquences d'essais 4)*

a) Généralités

Les essais peuvent être effectués en réseau ou en laboratoire. Pour les essais en réseau, des lignes, câbles ou batteries de condensateurs réels sont utilisés. Pour les essais en laboratoire, les lignes et les câbles peuvent être partiellement ou complètement remplacés par des circuits artificiels avec des éléments concentrés: condensateurs, inductances, résistances.

Les essais en laboratoire pour la vérification du pouvoir de coupure assigné de lignes ou de câbles à vide ne sont valables que si l'interrupteur est sans réamorçage. Les essais monophasés d'un interrupteur tripolaire ne sont valables que si l'interrupteur est sans réamorçage et si les conditions du paragraphe 6.101.1 sont remplies.

Si l'interrupteur n'est pas sans réamorçage ou si les installations d'essai ne permettent pas l'exécution d'essais en triphasé, un essai en monophasé utilisant des circuits de laboratoire peut être effectué par accord entre constructeur et utilisateur. Ces restrictions ne s'appliquent pas aux essais de coupure en cas de défaut à la terre.

- Notes 1.* – Pour un interrupteur sans réamorçage, des essais effectués à 60 Hz peuvent servir de preuves pour les caractéristiques de coupure à 50 Hz.
2. – Lorsque des essais en monophasé sont permis en laboratoire pour la manœuvre des batteries de condensateurs, ou lorsque des condensateurs sont utilisés pour représenter des lignes ou des câbles, la spécification du circuit d'essai peut être remplacée par la spécification de la tension de rétablissement conformément au tableau VIII et à la figure 7.
 3. – Les circuits d'essai en laboratoire représentant les lignes et les câbles ne sont pas utilisables pour déterminer l'amplitude d'une surtension éventuelle en cas de réamorçage. Ils sont seulement capables de montrer l'aptitude à l'établissement et à la coupure.
 4. – Des procédures d'essais synthétiques pour l'établissement et la coupure des courants capacitifs sont à l'étude.

b) Caractéristiques du circuit d'alimentation

Le circuit d'alimentation doit avoir une impédance telle que le courant de court-circuit présumé ne dépasse pas le courant de courte durée admissible assigné de l'interrupteur. Le circuit d'essai doit avoir des caractéristiques telles que la variation de la tension à fréquence industrielle lors de la manœuvre soit aussi faible que possible et en tout cas inférieure à 5%. Pour les essais de coupure de courants de lignes à vide, de câbles à vide, ou de batterie unique de condensateurs, la capacité du circuit d'alimentation doit être aussi faible que possible; cependant les paramètres de la tension transitoire de rétablissement présumée doivent être moins sévères que les paramètres spécifiés par la Publication 56 de la CEI pour la séquence d'essais en court-circuit n°4: voir le paragraphe 6.104.5.2 de la Publication 56 de la CEI.

Unusually long or series compensated transmission lines are considered to be special cases wherein the actual voltages may be higher than those specified. Tests are to be conducted for these applications upon agreement between manufacturer and user.

The prospective transient recovery voltage waveforms specified have the form of a triangular wave due to the surge impedance of the connected transmission lines. A transient recovery voltage having a (1-cos) form may be used, however, for convenience in testing, if the RRRV and U_c values as specified in Table IV A are achieved as evaluated by the 2 parameter method.

b) *Parallel transformer circuit (test-duty 2b)*

The test circuits, Figures 3 and 4, shall have a power factor not exceeding 0.2. The prospective transient recovery voltages shall be not less severe than those specified in Table IVB.

6.101.8.3 *Capacitive circuits (test-duty 4)*

a) *General*

Field tests or laboratory tests may be made. For field tests, the actual lines, cables and capacitor banks shall be used. For laboratory tests, the lines or cables may be partly or fully replaced by artificial circuits with lumped elements consisting of capacitors, reactors or resistors.

The use of laboratory test circuits for verification of the rated line or cable-charging breaking current is valid only if the switch is restrike-free. Single-phase tests of a three-pole switch are valid only if the switch is restrike-free and the requirements of Sub-clause 6.101.1 are fulfilled.

If the switch is not restrike-free or if the test plant limitations preclude the use of three-phase tests, a single-phase test using laboratory circuits may be used upon agreement between manufacturer and user. For breaking tests under earth fault conditions, these restrictions are not applicable.

Notes 1. – For a restrike-free switch, tests at 60 Hz may be performed to demonstrate the breaking performance at 50 Hz.

2. – Where single-phase laboratory tests are permitted for capacitor bank switching, or capacitor banks are used to represent lines or cables, the specification of the circuits may be replaced by specification of the switch recovery voltages, as given in Table VIII and identified in Figure 7.
3. – The laboratory test circuits representing lines and cables are not applicable for determining the magnitude of possible overvoltage when restrike occurs. They are adapted to demonstrate the switching performance only.
4. – Synthetic test procedures for capacitive current switching are under consideration.

b) *Characteristics of supply circuit*

A supply circuit shall be used having an impedance such that the prospective short-circuit current does not exceed the rated short-time withstand current of the switch. The characteristics of the test circuit shall be such that the voltage variation when switching is as small as possible and is in any case less than 5%. For line-charging, cable-charging or single capacitor bank current breaking tests, the capacitance of the supply circuit shall be as low as possible; however, the prospective transient recovery voltage parameters shall be less severe than the TRV parameters specified in IEC Publication 56 for short circuit test-duty 4. Refer to Sub-clause 6.104.5.2 of IEC Publication 56.

Pour les essais de coupure de courants de batteries de condensateurs à gradins, la capacité du circuit d'alimentation et l'impédance entre les condensateurs du côté alimentation et du côté charge doivent être telles que le courant d'appel soit égal au pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs lors de l'essai à 100% du pouvoir de coupure de batteries de condensateurs à gradins.

Notes 1. – Si un interrupteur est prévu pour être utilisé sur un réseau ayant une appréciable longueur de câble du côté alimentation, on peut utiliser un circuit d'alimentation comprenant des capacités additionnelles appropriées.

2. – Pour les essais d'établissement et de coupure de batteries de condensateurs à gradins avec des interrupteurs sans réamorçage et si des essais d'établissement sont effectués séparément, on peut, pour les essais de coupure, choisir un circuit d'alimentation avec une capacité plus faible.

c) Mise à la terre du circuit d'alimentation

Pour les essais de laboratoire en monophasé, l'une ou l'autre des bornes du circuit d'alimentation peut être mise à la terre. Toutefois, quand il est nécessaire d'assurer une répartition correcte de la tension entre les éléments de l'interrupteur, un autre point du circuit d'alimentation peut être mis à la terre.

Pour les essais en triphasé, la mise à la terre doit être comme suit:

- pour les essais d'établissement et de coupure de courants de batteries de condensateurs, le point neutre du circuit d'alimentation est mis à la terre. L'impédance homopolaire doit être inférieure au triple de l'impédance directe de la source;
- pour les essais d'établissement et de coupure de courants de lignes à vide et de câbles à vide, la mise à la terre du circuit d'alimentation correspond en principe aux conditions de mise à la terre des circuits sur lesquels l'interrupteur sera utilisé:
 - pour les essais d'un interrupteur prévu pour utilisation dans des réseaux à neutre à la terre, le point neutre du circuit d'alimentation est mis à la terre. L'impédance homopolaire doit être inférieure au triple de l'impédance directe de la source;
 - pour les essais d'un interrupteur prévu pour utilisation dans des réseaux à neutre isolé ou compensés par bobine d'extinction, le point neutre du circuit d'alimentation est isolé ou mis à la terre par une bobine d'extinction.

d) Caractéristiques générales des circuits capacitifs de charge

La mise à la terre du circuit capacitif de charge doit correspondre aux applications pour lesquelles l'interrupteur est prévu. Les tensions d'essai spécifiées aux tableaux VIIA et VIIB dépendent des conditions de mise à la terre des neutres des batteries de condensateurs et de l'existence d'écrans sur les câbles.

Les caractéristiques du circuit capacitif doivent être telles qu'avec tous les dispositifs de mesurage nécessaires, y compris les diviseurs de tension, la chute de tension ne dépasse pas 10% à la fin d'un intervalle de temps de 100 ms après extinction définitive de l'arc. Cette prescription n'est pas applicable aux essais en réseau.

Note. – Etant donné que des appareils tels que des transformateurs de tension reliés au circuit capacitif peuvent avoir beaucoup d'influence sur la chute de tension, il convient d'effectuer le mesurage avec des diviseurs de tension convenables.

e) Circuit de câbles à vide (séquence d'essais 4a)

Avec des interrupteurs sans réamorçage, des condensateurs peuvent être utilisés pour simuler des câbles à champ radial ou à ceinture. Pour des essais en triphasé représentant des câbles à ceinture à trois conducteurs, la capacité par rapport à la terre doit être approximativement la même que la capacité entre phases.

Lorsqu'on utilise des condensateurs pour simuler des câbles, une résistance non inductive, de valeur n'excédant pas 10% de l'impédance capacitive, peut être raccordée en série avec les condensateurs. Des valeurs plus élevées peuvent influencer exagérément sur la tension de

For back-to-back capacitor bank breaking current tests, the capacitance of the supply circuit and the impedance between the capacitors on the supply and load sides shall be such as to give the rated capacitor bank inrush making current when testing with 100% of the rated back-to-back capacitor bank breaking current.

Notes 1. – If a switch is intended to be used in a network with appreciable lengths of cable on the supply circuit, appropriate additional capacitance may be used on the supply circuit.

2. – For back-to-back capacitor bank current switching tests, with restrike-free switches, and where separate making tests are performed, a lower capacitance of the supply circuit may be chosen for the breaking tests.

c) Earthing of the supply circuit

For single-phase laboratory tests, either terminal of the single-phase supply circuit may be earthed. However, when it is necessary to ensure the correct voltage distribution between the units of the switch another point of the supply circuit may be connected to earth.

For three-phase tests, the earthing shall be as follows:

- for capacitor bank current switching tests, the neutral of the supply circuit shall be earthed. The zero sequence impedance shall be less than three times the positive sequence impedance of the supply side;
- for line-charging and cable-charging current switching tests, the earthing of the supply circuit shall, in principle, correspond to the earthing conditions in circuits for which the switch is to be used:
 - for tests of a switch intended for use in earthed neutral systems, the neutral point of the supply circuit shall be earthed. The zero sequence impedance shall be less than three times the positive sequence impedance of the supply side.
 - for tests of a switch intended for use in isolated neutral and resonant earthed systems, the neutral point of the supply side shall be isolated or connected to earth through an arc suppression coil.

d) General characteristics of the capacitive circuits to be switched

The earthing of the capacitive circuit to be switched shall be such as to conform to the applications for which the switch is intended. Test voltages as specified in Tables VIIA and VIIB are dependent upon the nature of earthing of capacitor bank neutrals and the screening of cables.

The characteristics of the capacitive circuit, with all necessary measuring devices such as voltage dividers included, shall be such that the voltage decay on the switched capacitance does not exceed 10% at the end of an interval of 100 ms after final arc extinction. This requirement does not apply for field tests.

Note. – Since the voltage decay may be very much influenced by apparatus such as voltage transformers connected to the capacitive circuit, the measurement should be made with suitable voltage dividers.

e) Cable-charging circuit (test-duty 4a)

For restrike-free switches, capacitors may be used to simulate screened and belted cables. For three-phase tests representing three-core belted cables, the capacitance to earth shall be approximately the same as the capacitance between phases.

When capacitors are used to simulate cables, a non-inductive resistance, not exceeding 10% of the capacitive impedance, may be inserted in series with the capacitors. Higher values may unduly influence the recovery voltage. If the peak inrush current is still

rétablissement. Si la valeur de crête du courant d'appel est encore trop élevée, une autre impédance (par exemple du type LR) peut être utilisée à la place de la résistance, à condition que courant et tension à l'instant de la coupure, et tension de rétablissement, ne diffèrent pas sensiblement des valeurs spécifiées (les caractéristiques de l'impédance de remplacement sont à l'étude).

Note. – Une courte ligne aérienne peut être utilisée en série avec un câble pour les essais, à condition que le courant de ligne à vide ne dépasse pas 1% du courant de câble à vide.

f) Circuit de lignes à vide (séquence d'essais 4b)

Pour les interrupteurs sans réamorçage, une ou plusieurs des dispositions suivantes peuvent être utilisées:

- 1) Essais en triphasé, où il est possible d'utiliser des lignes en parallèle ou de remplacer partiellement ou complètement la ligne par des batteries de condensateurs. La capacité directe en résultant doit être approximativement égale à deux fois la capacité homopolaire.
- 2) Essais en monophasé dans un circuit triphasé avec deux phases du circuit capacitif reliées directement au circuit d'alimentation triphasé et une phase reliée au circuit d'alimentation par le pôle de l'interrupteur en essai.
- 3) Essais de laboratoire en monophasé où il est permis d'utiliser des batteries de condensateurs pour simuler des lignes. Quand des lignes sont utilisées, il est permis de coupler en parallèle les conducteurs des phases, le retour du courant s'effectuant par la terre ou par un conducteur.

Lorsqu'on utilise des condensateurs pour simuler des lignes aériennes, une résistance non inductive, de valeur n'excédant pas 10% de l'impédance capacitive, peut être raccordée en série avec les condensateurs. Des valeurs plus élevées peuvent influencer exagérément sur la tension de rétablissement. Si la valeur de crête du courant d'appel est encore trop élevée, une autre impédance (par exemple du type LR) peut être utilisée à la place de la résistance à condition que courant et tension à l'instant de la coupure, et tension de rétablissement ne diffèrent pas sensiblement des valeurs spécifiées (les caractéristiques de l'impédance de remplacement sont à l'étude).

Note. – Un câble de faible longueur peut être utilisé en série avec une ligne aérienne pour les essais, à condition que le courant de câble à vide ne dépasse pas 20% du courant de la ligne aérienne à vide.

g) Circuit de barres omnibus à vide (séquence d'essais 4c)

Les circuits d'essai sont à définir par accord entre constructeur et utilisateur.

h) Circuits de batteries de condensateurs (séquences d'essais 4d et 4e)

Pour des essais en triphasé, le neutre de la batterie de condensateurs doit être isolé ou mis à la terre suivant les caractéristiques assignées ou l'usage de l'interrupteur.

6.101.8.4 *Circuits inductifs (séquence d'essais 5)*

a) Transformateur à vide (séquence d'essais 5a)

Il est recommandé de faire des essais en réseau en utilisant le transformateur particulier devant être installé en un point donné. Des essais peuvent être faits en laboratoire avec le même transformateur mais les amplitudes des surtensions relevées ne seront pas nécessairement valables.

b) Bobine d'inductance shunt (séquence d'essais 5b)

Le circuit de charge doit comprendre une bobine de réactance dans l'air ou à noyau fer ayant une capacité parallèle et une résistance telles que la tension transitoire de

unacceptably high, then an alternative impedance (e. g., LR), may be used instead of the resistor, provided that the current and voltage conditions at the instant of breaking, and the recovery voltage, do not differ significantly from the specified values (the characteristics of the alternative impedance are under consideration).

Note. – A short overhead line may be used in series with the cable for the tests, provided the line-charging current does not exceed 1% of the cable-charging current.

f) Line-charging circuit (test-duty 4b)

For restrike-free switches, one or more of the following procedures may be used:

- 1) Three-phase tests, where it is allowed to use parallel lines or to partly or fully replace the three-phase line by capacitor banks. The resulting positive sequence capacitance shall be approximately twice the zero sequence capacitance.
- 2) Single-phase tests in a three-phase test circuit, with two phases of the capacitive circuit connected directly to the three-phase supply circuit, and one phase connected to the supply circuit through the switch pole to be tested.
- 3) Single-phase laboratory tests, where capacitor banks may be used to simulate lines. Where lines are used, any parallel connection of the conductors in the individual phases may be used with a current return through earth or through a conductor.

When capacitors are used to simulate overhead lines, a non-inductive resistance, not exceeding 10% of the capacitive impedance, may be inserted in series with the capacitors. Higher values may unduly influence the recovery voltage. If the peak inrush current is still unacceptably high, then an alternative impedance (e. g., LR) may be used instead of the resistor, provided that the current and voltage conditions at the instant of breaking, and the recovery voltage, do not differ significantly from the specified values (the characteristics of the alternative impedance are under consideration).

Note. – A short cable may be used in series with an overhead line for the tests, provided the cable-charging current is less than 20% of the overhead-line charging current.

g) Busbar charging circuit (test-duty 4c)

Test circuits are to be selected upon agreement between the manufacturer and user.

h) Capacitor bank circuits (test duties 4d and 4e)

For three-phase tests, the neutral of the capacitor bank shall be isolated or earthed, depending upon the rating or use of the switch.

6.101.8.4 Inductive circuits (test-duty 5)

a) No-load transformer circuit (test-duty 5a)

It is recommended that on-site tests be carried out using the specific transformer to be switched for a given installation. Laboratory tests may be carried out using the same transformer, except that the overvoltage magnitudes during switching will not necessarily be valid.

b) Shunt-reactor circuit (test-duty 5b)

The load circuit shall consist of a reactor, air-cored or iron-cored, with appropriate shunt capacitance and resistance so as to produce a prospective transient recovery voltage not

rétablissement présumée ne soit pas moins sévère que celle qui est spécifiée au tableau V. Un transformateur chargé par bobine d'inductance peut être utilisé pour l'essai si les prescriptions relatives à la TTR appropriée sont satisfaites.

La réactance de la source doit en principe être inférieure à 10% de la réactance de la charge et la capacité shunt de la source doit en principe être comprise entre 10 et 20 fois la capacité de la charge.

Note. – Les surtensions dues à des réallumages relevées en utilisant un circuit de laboratoire peuvent ne pas être nécessairement valables. Pour obtenir des valeurs représentatives, les circuits de barres entre l'interrupteur et la source et entre l'interrupteur et la charge doivent être représentés exactement.

Les laboratoires peuvent n'avoir qu'une capacité limitée pour les essais au pouvoir de coupure de bobine d'inductance shunt. Il peut par conséquent être nécessaire de procéder à des essais directs sur le site pour prouver les caractéristiques d'une installation spécifique comprenant une bobine d'inductance et un interrupteur à haute tension particuliers. Les conditions de TTR peuvent ne pas être conformes aux prescriptions du tableau V. Ces essais sont effectués après accord entre constructeur et utilisateur. Des essais en laboratoire peuvent aussi être faits avec la même réactance mais les amplitudes des surtensions relevées ne seront pas nécessairement valables.

Pour l'application à des tensions égales ou supérieures à 245 kV, le point neutre d'une bobine d'inductance shunt en étoile peut être mis à la terre au moyen d'une bobine d'inductance complémentaire afin de permettre la manœuvre unipolaire des interrupteurs de ligne. Ces applications sont spéciales et il convient d'effectuer les essais seulement par accord entre constructeur et utilisateur.

6.101.9 *Circuits d'essais pour les essais de fermeture en court-circuit (séquence d'essais 6)*

Le circuit pour essai en triphasé d'un interrupteur tripolaire est indiqué à la figure 5.

Les essais en monophasé des interrupteurs tripolaires ou unipolaires utilisent le circuit d'essai en monophasé indiqué à la figure 6.

6.101.10 *Circuits d'essais pour les essais de coupure en cas de défaut à la terre (séquences d'essais 7a et 7b)*

Les essais ne sont exigés que pour les interrupteurs de tension assignée inférieure à 245 kV. La présente norme suppose en effet qu'aux tensions assignées de 245 kV et au-delà, le neutre de la source est mis à la terre et que par conséquent tout défaut à la terre pour ces tensions aura pour résultat un courant de court-circuit. Pour les réseaux autres qu'à neutre à la terre sous des tensions assignées de 245 kV et au-delà, les essais doivent faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

Un circuit capacitif monophasé peut être utilisé pour les essais de coupure en cas de défaut à la terre.

Les courants de défaut à la terre et les courants à vide en cas de défaut à la terre sont des courants capacitifs. Les conditions d'exécution de ces essais et la nature des circuits d'alimentation et des circuits capacitifs à utiliser sont donc identiques à ce qui est exigé pour les circuits capacitifs au paragraphe 6.101.8.3. Les points *e)* et *f)* de ce paragraphe concernent spécifiquement les courants de câbles et de lignes à vide. Un interrupteur aura à interrompre ces types de courants en cas de défaut à la terre, à la fois pour le courant de défaut à la terre (séquence d'essais 7a) et pour les courants à vide en cas de défaut à la terre (séquence d'essais 7b); il convient donc de suivre pour ces essais les exigences décrites aux points *e)* et *f)*.

6.101.11 *Essais pour les interrupteurs d'usage général*

Les essais prescrits pour un interrupteur d'usage général sont indiqués ci-après. Les séquences d'essais 1 à 5 peuvent être effectuées dans un ordre quelconque. Les essais doivent être effectués sans remise en état de l'interrupteur pendant le programme d'essai.

less severe than the values specified in Table V. A reactor loaded transformer can be used for testing if the proper TRV requirements are met.

The supply-circuit reactance should be less than 10% of the load reactance. The supply-circuit shunt capacitance should be larger than 10 times the load capacitance, but not greater than 20 times.

Note. – The overvoltages produced due to reignitions using a laboratory circuit may not necessarily be valid. To achieve representative values, the bus circuits between the switch and supply and the switch and load must be accurately modeled.

Laboratories may have only a limited capability for shunt reactor current breaking tests. It may be necessary, therefore, to perform on-site tests in order to demonstrate performance for a specific installation consisting of a particular reactor and high voltage switch. The TRV conditions may not necessarily conform to the requirements of Table V. These tests may be conducted upon agreement between manufacturer and user. Laboratory tests may also be made using the same reactor, except that the overvoltage magnitudes during switching will not necessarily be valid.

For applications at 245 kV and above, the neutral of a star-connected shunt reactor may be earthed through an additional reactor, for the purpose of permitting single-pole switching of line switches. These applications are special and tests should be performed only upon agreement between manufacturer and user.

6.101.9 *Test circuits for short-circuit making tests (test-duty 6)*

The test circuit for a three-phase test on a three-pole switch shall be as shown in Figure 5.

Single-phase tests on three-pole switches or single-pole switches shall use a single-phase test circuit as shown in Figure 6.

6.101.10 *Test circuits for breaking tests under earth fault conditions (test-duties 7a and 7b)*

Tests are required only for switches rated below 245 kV. It is assumed throughout this standard that the supply neutral is earthed at rated voltages of 245 kV and above, and that therefore an earth fault at these rated voltages will result in a short-circuit current. For systems other than earthed neutral systems at rated voltages of 245 kV and above, tests are to be made upon agreement between the manufacturer and user.

A single-phase capacitive circuit may be used for breaking tests under earth fault conditions.

Earth fault currents and charging currents under earth fault conditions are capacitive currents. The conditions for performing these tests and the nature of the supply circuits and capacitive circuits to be used, therefore, are identical to those required for capacitive circuits as described in Sub-clause 6.101.8.3. Items *e*) and *f*) within this sub-clause specifically relate to cable and line charging currents. A switch will be required to interrupt these types of currents under earth fault conditions, for both earth fault currents (test-duty 7a) and charging currents under earth fault conditions (test-duty 7b); therefore, the requirements as stated in items *e*) and *f*) should be followed for these tests.

6.101.11 *Tests for general-purpose switches*

The required tests for a general-purpose switch are given below. Test-duties 1 through 5 may be performed in any convenient order. The tests shall be performed without reconditioning of the switch during the test program.

Des cycles d'établissement-coupure doivent être effectués pour les séquences d'essais 1 à 5, la manœuvre d'ouverture suivant la manœuvre de fermeture avec un retard au moins suffisant pour que tout courant transitoire éventuel ait disparu. Les courants coupés doivent être conformes au paragraphe 6.101.5.

Les tensions et les courants d'essai, et le nombre de manœuvres pour les essais en triphasé et en monophasé, sont indiqués respectivement aux tableaux VI, VIIA et VIIB. Les essais doivent être faits aux courants de coupure assignés respectifs à l'exception des points spécifiés aux tableaux VI, VIIA et VIIB.

Séquence d'essais 1 – 100% de charge principalement active

Dix cycles d'établissement-coupure sont prescrits.

Séquence d'essais 2 – boucle fermée

Séquence d'essais 2a – Circuit de lignes de transport – Dix cycles d'établissement-coupure sont prescrits.

Séquence d'essais 2b – Circuit de transformateurs en parallèle – Dix cycles d'établissement-coupure sont prescrits.

Note. – Si les paramètres de TTR obtenus au cours de la séquence d'essais 1 sont au moins aussi sévères que les paramètres exigibles pour la séquence d'essais 2a ou 2b, il n'est pas nécessaire d'effectuer la séquence d'essais 2a ou 2b.

Séquence d'essais 3 – 5% de charge principalement active

Vingt cycles d'établissement-coupure sont prescrits. La séquence d'essais 3 n'est pas exigée pour les interrupteurs dont les propriétés d'extinction de l'arc ne dépendent pas du courant à couper.

Séquences d'essais 4a et 4b – Câbles à vide et lignes à vide

Les essais doivent être faits à 100% et entre 20% et 40% des pouvoirs de coupure assignés de câbles à vide et de lignes à vide.

Le nombre de cycles d'établissement-coupure pour chaque valeur de courant est l'un des suivants:

- dix pour les essais en triphasé;
- trente pour les essais en monophasé avec séparation aléatoire des contacts;
- douze pour les essais en monophasé avec séparation synchronisée des contacts, les séparations de contacts étant réparties à intervalles d'environ 30 degrés électriques.

Les surtensions produites pendant les manœuvres ne doivent pas, de préférence, dépasser les valeurs suggérées dans la colonne A du tableau IX pour les interrupteurs d'usage général et dans la colonne A ou dans la colonne B pour les interrupteurs d'usage limité, suivant les spécifications du constructeur. (Voir la note 3 du point a) du paragraphe 6.101.8.3.)

Séquence d'essais 4c – Barres omnibus à vide

Les essais sont à effectuer seulement par accord entre constructeur et utilisateur.

Notes 1. – Cette séquence d'essais n'est normalement requise que pour des interrupteurs d'usage limité;

2. – La fonction correspondant à cette séquence d'essais est habituellement remplie par des sectionneurs.

Séquence d'essais 5a – Transformateur à vide

Il n'est normalement pas exigé d'essais suivant cette séquence. Si des essais sont exigés, le nombre doit en être fixé par accord entre constructeur et utilisateur.

Make-break operating cycles shall be carried out for Test-duties 1 through 5. The opening operation shall follow the closing operation with a time delay between the two operations at least sufficient for any transient currents to subside. The breaking currents shall be in accordance with Sub-clause 6.101.5.

The test voltages and currents, and the number of operations for three-phase tests and single-phase tests are given in Tables VI, VIIA and VIIB, respectively. Tests shall be made at the respective rated breaking currents except as specified in Tables VI, VIIA and VIIB.

Test-duty 1 – 100% mainly active load

Ten make-break operating cycles are required.

Test-duty 2 – Closed loop

Test-duty 2a – Transmission circuit – Ten make-break operating cycles are required.

Test-duty 2b – Parallel transformer circuit – Ten make-break operating cycles are required.

Note. – If the TRV parameters achieved in test-duty 1 are equal to or more severe than the TRV parameters required for test-duty 2a or 2b, then test-duty 2a or 2b need not be performed.

Test-duty 3 – 5% mainly active load

Twenty make-break operating cycles are required. Test-duty 3 is not required for switches having arc extinguishing properties independent of the current magnitude to be interrupted.

Test-duties 4a and 4b – Cable charging and line charging

Tests shall be made at 100% and from 20% to 40% of the rated cable and line-charging currents.

The number of make-break operating cycles at each current shall be one of the following:

- ten for three-phase tests;
- thirty for single-phase tests using random contact separation;
- twelve for single-phase tests using controlled contact separation. Contact separation shall be distributed at intervals of approximately 30 electrical degrees.

The overvoltages produced during switching shall preferably not exceed the values suggested in column A of Table IX for general-purpose switches and column A or B for limited-purpose switches as specified by the manufacturer. Refer to Note 3 of Item a) of Sub-clause 6.101.8.3.

Test-duty 4c – Busbar charging circuit

Tests are to be conducted only upon agreement between the manufacturer and user.

Notes 1. – This test duty is normally required for limited-purpose switches only;

2. – This switching function is typically performed by disconnectors.

Test-duty 5a – No-load transformer

Tests are not normally required for this duty. If tests are required, the number of tests to be performed shall be determined upon agreement between manufacturer and user.

Séquence d'essais 6 – Fermeture sur court-circuit

Les essais de fermeture sur court-circuit sont effectués sur un interrupteur qui a été soumis à au moins dix cycles d'établissement-coupure à 100% de charge principalement active, comme prescrit pour la séquence d'essais 1. Si l'on peut démontrer que les caractéristiques en fermeture sur court-circuit ne peuvent être affectées par les essais de coupure spécifiés, la séquence d'essais 6 peut être effectuée, par commodité, sur un interrupteur neuf.

Deux manœuvres de fermeture sont prescrites. La durée entre ces deux manœuvres dépend de la conception de l'interrupteur et des limitations de la station d'essais.

6.101.12 *Essais pour les interrupteurs à usage limité*

Les essais spécifiés pour les interrupteurs d'usage général sont utilisés en supprimant les séquences d'essais pour lesquelles l'interrupteur n'a pas de caractéristique assignée.

6.101.13 *Essais pour les interrupteurs à usage spécial*

Les interrupteurs ayant une capacité accrue de cycles de manœuvres, un pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs, un pouvoir de coupure assigné de bobine d'inductance shunt, ou un pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre doivent être essayés suivant une ou plusieurs des séquences suivantes.

Séquence d'essais 1 – Nombre accru de cycles de manœuvres de charge principalement active

Les interrupteurs d'usage spécial ayant une capacité accrue de cycles de manœuvres doivent être essayés suivant les prescriptions spécifiques relatives au pouvoir de coupure et au nombre de manœuvres, suivant accord entre constructeur et utilisateur.

Séquences d'essais 4d et 4e – Batteries de condensateurs

Les essais doivent être faits à 100% et entre 20% et 40% du pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs.

Le nombre de cycles d'établissement-coupure pour chaque valeur de courant est l'un des suivants:

- dix pour les essais en triphasé;
- trente pour les essais en monophasé avec séparation aléatoire des contacts;
- douze pour les essais en monophasé avec séparation synchronisée des contacts, les séparations de contacts étant réparties à intervalles d'environ 30 degrés électriques.

Le courant établi pour la manœuvre de batteries de condensateurs à gradins doit être égal au pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs.

Compte tenu des limitations des stations d'essais pour les essais de manœuvre de batteries de condensateurs à gradins, il peut ne pas être possible de respecter les prescriptions de courant d'appel pendant les essais de coupure. Pour les interrupteurs sans réamorçage, il est possible de suivre en variante une procédure d'essai de coupure dans laquelle les prescriptions d'essais de coupure suivant le paragraphe 6.101.8.3 sont respectées le mieux possible. Une série séparée d'essais d'établissement peut alors être exécutée. Cette série d'essais doit être effectuée à la tension appropriée et comprendre dix manœuvres d'établissement à un courant établi présumé égal au pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs à gradins. L'établissement doit se produire à moins de 15 degrés électriques de la valeur de crête de la tension appliquée.

Séquence d'essais 5b – Bobine d'inductance shunt

Les essais doivent être faits à la valeur maximale du pouvoir de coupure assigné d'inductance shunt. Des essais doivent également être faits entre 20% et 40% de cette valeur. Si une valeur minimale de courant coupé d'inductance est spécifiée, les essais doivent être faits à cette valeur minimale, plutôt qu'entre 20% et 40% du pouvoir de coupure assigné.

Test-duty 6 – Short-circuit making

Short-circuit making tests shall be performed on a switch which has been subjected to at least ten make-break operating cycles at 100% mainly active load as required for test-duty 1. If it can be demonstrated that the short-circuit making performance cannot be affected by the breaking tests specified, then for convenience, test-duty 6 may be performed on a new switch.

Two closing operations are required. The time interval between operations is dependent upon the design features of the switch and the test plant limitations.

6.101.12 *Tests for limited-purpose switches*

The tests specified for general-purpose switches shall be used deleting those test-duties for which the switch is not rated.

6.101.13 *Tests for special-purpose switches*

Switches having a capability of an increased number of operating cycles, a capacitor bank-breaking current rating, a shunt reactor-breaking current rating, or breaking current ratings under earth fault conditions, shall be tested in accordance with one or more of the following test-duties.

Test-duty 1 – Increased number of operating cycles for mainly active load

Special-purpose switches having a capability of an increased number of operating cycles shall be tested according to the specific requirements relating to breaking current and to the number of operations, as agreed between manufacturer and user.

Test-duties 4d and 4e – Capacitor banks

Tests shall be made at 100% and from 20% to 40% of the rated capacitor bank breaking current.

The number of make-break operating cycles at each current shall be one of the following:

- ten for three-phase tests;
- thirty for single-phase tests using random contact separation;
- twelve for single-phase tests using controlled contact separation. Contact separation shall be distributed at intervals of approximately 30 electrical degrees.

The making current for back-to-back capacitor bank current switching tests shall be equal to the rated capacitor bank inrush making current.

Due to limitations of the test plant for back-to-back capacitor bank switching tests, it may not be possible to comply with the requirements of inrush current during breaking tests. For restrike-free switches, it is permissible to perform an alternative breaking test procedure wherein the breaking test requirements according to Sub-clause 6.101.8.3 are met to the best possible extent. A separate making test series may then be performed. This test series shall be made with the proper voltage and shall comprise ten making operations with a prospective making current equal to the rated capacitor inrush making current. The making shall occur within 15 electrical degrees of peak voltage.

Test-duty 5b – Shunt reactor

Tests shall be made at the maximum rated shunt reactor breaking current. Tests shall also be performed at 20% to 40% of the rated shunt reactor breaking current. If a minimum shunt reactor breaking current is specified, tests shall be performed at the minimum current rather than at 20% to 40% of rated shunt reactor breaking current.

Le nombre de cycles d'établissement-coupure pour chaque valeur de courant est l'un des suivants:

- dix pour les essais en triphasé;
- trente pour les essais en monophasé avec séparation aléatoire des contacts;
- douze pour les essais en monophasé avec séparation synchronisée des contacts, les séparations de contacts étant réparties à intervalles d'environ 30 degrés électriques.

Séquence d'essais 7a – Courant de défaut à la terre

Dix cycles d'établissement-coupure sont effectués au pouvoir de coupure assigné de défaut à la terre.

Séquence d'essais 7b – Courant de câbles et de lignes à vide en cas de défaut à la terre

Dix cycles d'établissement-coupure sont effectués au pouvoir de coupure assigné de câbles à vide et de lignes à vide en cas de défaut à la terre.

6.101.14 *Comportement de l'interrupteur pendant les essais de coupure*

L'interrupteur doit fonctionner correctement sans présenter de signe de fatigue excessive, mécanique ou électrique. Il ne doit y avoir ni émission de flammes, ni éjection de matières, ni génération de bruit qui puissent être nuisibles à l'opérateur.

Il ne doit pas y avoir d'émission de flammes ou de particules métalliques hors de l'interrupteur pendant la manœuvre, telles qu'elles puissent réduire le niveau d'isolement de l'interrupteur.

Il ne doit pas y avoir de courant de fuite significatif vers les charpentes ou les écrans mis à la terre qui puisse mettre en danger l'opérateur ou endommager les matériaux isolants.

Pour la coupure de tous les courants capacitifs, séquence d'essais 4, et inductifs, séquence d'essais 5, les surtensions maximales par rapport à la terre engendrées, tant côté alimentation que côté charge, ne doivent pas, de préférence, dépasser les valeurs suggérées dans la colonne A ou la colonne B du tableau IX, suivant spécification du constructeur.

6.101.15 *Etat de l'interrupteur après les essais de coupure*

Les fonctions mécaniques et l'isolement de l'interrupteur doivent être pratiquement dans le même état qu'avant les essais. L'interrupteur doit être capable de supporter son courant assigné en service continu sans que les échauffements dépassent les valeurs spécifiées.

Les contacts d'arc ou toute autre pièce d'usure spécifiée peuvent être usés. La qualité de l'huile ou de tout autre matériau utilisé pour la coupure de l'arc peut être réduite et les quantités réduites au-dessous des quantités normales. Il peut y avoir des dépôts sur les isolateurs, provenant de la décomposition du milieu extincteur d'arc.

Le contrôle visuel et la manœuvre hors charge de l'interrupteur après les essais sont habituellement suffisants pour contrôler les prescriptions ci-dessus. En cas de doute, des essais de confirmation appropriés peuvent être nécessaires. Si les caractéristiques d'isolement entre contacts ouverts ou par rapport à la terre sont incertaines, des essais de tenue à 80% des tensions de tenue assignées à fréquence industrielle sont estimés suffisants pour les vérifier.

Les propriétés de sectionnement d'un interrupteur-sectionneur en position d'ouverture ne doivent pas être réduites au-dessous des valeurs spécifiées, par suite d'une détérioration des parties isolantes au voisinage de la distance de sectionnement ou en parallèle à cette dernière. Les prescriptions données pour les sectionneurs par la Publication 129 de la CEI doivent être respectées.

The number of make-break operating cycles at each current shall be one of the following:

- ten for three-phase tests;
- thirty for single-phase tests using random contact separation;
- twelve for single-phase tests using controlled contact separation. Contact separation shall be distributed at intervals of approximately 30 electrical degrees.

Test-duty 7a – Earth fault current

Ten make-break operating cycles with the rated earth fault breaking current shall be carried out.

Test-duty 7b – Cable and line charging current under earth fault conditions

Ten make-break operating cycles with the rated cable and line charging breaking current under earth fault conditions shall be carried out.

6.101.14 *Behaviour of switch during breaking tests*

The switch shall perform successfully without evidence of mechanical or electrical distress. There shall be no flame or material ejected from the switch, or audible noise generated that may be harmful to operating personnel.

There shall be no outward emission of flame or metallic particles from the switch during operation, such as might impair the insulation level of the switch.

There shall be no significant leakage current to the earthed structure or screens, such as to endanger an operator or damage insulation materials.

For all capacitive circuits, test-duty 4, and inductive circuits, test-duty 5, the maximum overvoltages to earth, on the supply or load-circuits, should not be greater than the values suggested in column A or column B of Table IX, as specified by the manufacturer.

6.101.15 *Condition of switch after breaking tests*

The mechanical functions and the insulation of the switch shall be essentially in the same condition as before the test. The switch shall be capable of carrying its rated normal current without the temperature rise exceeding the values specified.

The arcing contacts or any other specified renewable parts may be worn. The quality of the oil or other material used for arc extinguishing may be impaired and its amount reduced below the normal level. There may be deposits on the insulators caused by the decomposition of the arc extinguishing medium.

Visual inspection and no-load operation of the switch after tests are usually sufficient for verification of the above requirements. In case of doubt, it may be necessary to perform the appropriate tests for confirmation. If the isolating properties across the open high-voltage switch or to earth are doubted, power-frequency withstand voltage tests at 80% of the rated power-frequency voltages are deemed sufficient to prove the isolating properties.

The isolating properties of a switch-disconnector in the open position shall not be reduced below those specified, by deterioration of insulating parts in the neighbourhood of, or parallel to, the isolating distance. The requirements for disconnectors in IEC Publication 129 shall be fulfilled.

6.101.16 *Etat de l'interrupteur pendant et après les essais de fermeture sur court-circuit*

Pendant l'essai, aucune décharge disruptive ne doit survenir entre les parties sous tension et la terre ou entre phases. L'interrupteur peut subir pendant l'essai des dommages pouvant nécessiter une maintenance telle que remplacement de pièces, renouvellement du milieu extingueur ou nettoyage et réglage pour remettre l'interrupteur dans son état avant essai. Avant maintenance, l'interrupteur doit satisfaire aux critères suivants:

- a) état mécanique: l'interrupteur est capable de manœuvrer mécaniquement et quand la manœuvre d'ouverture est commencée, l'interrupteur s'ouvre de la manière prévue;
- b) aptitude à la coupure: l'interrupteur est capable de couper les courants correspondant à ses pouvoirs de coupure assignés;
- c) prescriptions diélectriques: les caractéristiques d'isolement entre contacts ouverts et par rapport à la terre ne sont pas réduites au-dessous des valeurs spécifiées, par suite de la détérioration des pièces isolantes au voisinage de la distance d'isolement, ou parallèle à celle-ci. En cas de doute, cela est estimé être démontré par des essais de tenue à 80% des tensions de tenue assignées à fréquence industrielle.

Les propriétés de sectionnement d'un interrupteur-sectionneur en position d'ouverture ne doivent pas être réduites au-dessous des valeurs spécifiées, par suite d'une détérioration des parties isolantes au voisinage de la distance de sectionnement ou en parallèle à cette dernière. Les prescriptions données pour les sectionneurs par la Publication 129 de la CEI doivent être respectées.

- d) aptitude à supporter le courant: l'interrupteur est capable de supporter son courant assigné en service continu sans que les échauffements stabilisés des parties métalliques en contact avec des matériaux isolants dépassent de plus de 10 K les valeurs maximales spécifiées. Aucune limite d'échauffement n'est fixée pour les autres parties de l'interrupteur sous réserve que l'échauffement atteigne une valeur stable.

Le contrôle visuel et la manœuvre hors charge de l'interrupteur après les essais sont habituellement suffisants pour contrôler les prescriptions ci-dessus. En cas de doute, des essais de confirmation appropriés peuvent être nécessaires.

6.101.17 *Rapports d'essais de type*

Les résultats de tous les essais de type doivent être consignés dans des rapports d'essais de type contenant des données suffisantes pour prouver la conformité avec la présente norme. Il convient d'inclure des renseignements suffisants pour pouvoir identifier les parties essentielles de l'interrupteur à haute tension essayé.

Le rapport d'essais de type doit contenir les renseignements spécifiés aux paragraphes 6.101.2, 6.101.4, 6.101.5, 6.101.6 et 6.101.7. Il convient de fournir des enregistrements oscillographiques ou similaires typiques pour faire apparaître les éléments suivants:

- 1) les courants d'essai;
- 2) les tensions d'essai;
- 3) les tensions entre bornes de chaque pôle permettant de déterminer les tensions de rétablissement à fréquence industrielle et les tensions transitoires de rétablissement;
- 4) les tensions par rapport à la terre permettant de déterminer les surtensions, s'il y a lieu;
- 5) l'instant de la mise sous tension de la bobine de déclenchement, s'il y a lieu.

Il convient d'inclure des renseignements généraux concernant la structure support de l'interrupteur. Il convient d'enregistrer, quand cela est applicable, des renseignements relatifs aux dispositifs de manœuvre utilisés.

6.101.16 *Condition of switch during and after short-circuit making tests*

No disruptive discharge between energized parts and earth, or between phases, shall have occurred during the test. The switch may sustain damage during the test, which may require maintenance, such as the replacement of parts, renewal of interrupting medium or cleaning and adjustment to restore the switch to its pre-test condition. Before maintenance, the switch shall meet the following criteria:

- a) mechanical conditions: the switch shall be mechanically operable and, when the opening operation is initiated, it shall open in the intended manner;
- b) breaking capability: the switch shall be capable of interrupting the rated breaking currents;
- c) dielectric requirements: the isolating properties across the open high-voltage switch and to earth shall not be reduced below those specified, by deterioration of insulating parts in the neighbourhood of, or parallel to, the isolating distance. In case of doubt, this is deemed to be verified by power-frequency voltage withstand tests at 80% of the rated withstand voltages.

The isolating properties of a switch-disconnector in the open position shall not be reduced below those specified, by deterioration of insulating parts in the neighbourhood of, or parallel to, the isolating distance. The requirements for disconnectors in IEC Publication 129 shall be fulfilled;

- d) current-carrying capability: the switch shall be capable of carrying its rated current without the stabilized temperature rises of the metallic parts in contact with insulating material exceeding by more than 10 K the maximum values specified. No temperature rise limits apply to other parts of the switch, except that the temperature rise shall reach a stable value.

Visual inspection and no-load operation of the switch after tests are usually sufficient for verification of the above requirements. In case of doubt, it may be necessary to perform the appropriate tests for confirmation.

6.101.17 *Type test reports*

The results of all type tests shall be recorded in type-test reports containing sufficient data to prove compliance with this standard. Sufficient information should be included so that the essential parts of the high voltage switch tested can be identified.

The test report shall contain the information specified in Sub-clauses 6.101.2, 6.101.4, 6.101.5, 6.101.6 and 6.101.7. Typical oscillographic or similar records should be provided, so that the following can be determined:

- 1) the test currents;
- 2) the test voltages;
- 3) the voltages across the terminals of each pole, so that the power frequency recovery voltages and transient recovery voltages may be determined;
- 4) the voltages to earth, so that overvoltages may be determined, if applicable;
- 5) if applicable, the instant of energizing the trip coil.

General information concerning the supporting structure of the high-voltage switch should be included. Information regarding the operating devices employed during the tests should, where applicable, be recorded.

6.102 Essais de fonctionnement mécanique

6.102.1 Disposition de l'interrupteur pour les essais

L'interrupteur à essayer est en principe monté sur son propre support, et son dispositif de manœuvre doit être manœuvré de la manière spécifiée. Suivant son type, un interrupteur doit être essayé de la manière suivante:

- un interrupteur tripolaire, ayant ses trois pôles montés sur un châssis commun, est essayé comme une unité complète;
- un interrupteur tripolaire ayant ses pôles ou ses colonnes montés séparément est de préférence essayé comme un interrupteur tripolaire, mais pour faciliter les essais, ou par suite des dimensions limitées de la travée d'essai, on peut essayer un seul pôle à condition que, pour toute la série des essais, il soit équivalent à l'interrupteur tripolaire complet, ou qu'il ne soit pas placé dans une condition plus favorable en ce qui concerne:
 - la vitesse de fermeture,
 - la vitesse d'ouverture,
 - la puissance et la robustesse du dispositif de fermeture et d'ouverture,
 - la rigidité de la structure.

Lorsque l'essai d'un pôle d'interrupteur complet n'est pas possible, des essais de composants peuvent être acceptés comme essais de type. Les composants sont des sous-ensembles fonctionnels séparés qui peuvent être manœuvrés indépendamment de l'interrupteur complet (par exemple pôle, module de coupure, dispositif de manœuvre). Il convient que le constructeur détermine les composants à soumettre aux essais.

Lors des essais de composants, le constructeur doit apporter la preuve que la contrainte exercée sur le composant pendant ces essais n'est pas inférieure à celle que subit le même composant lors de l'essai de l'interrupteur complet. Lorsque pour des essais de type, des essais de composants sont effectués au lieu de l'essai de l'interrupteur complet, ils doivent couvrir les différents types de composants de l'interrupteur complet, à condition qu'ils soient applicables auxdits composants.

Les pièces des équipements auxiliaires et des équipements de commande fabriquées en conformité avec des normes particulières satisfont à celles-ci. La fonction propre de telles pièces doit être vérifiée en liaison avec la fonction des autres pièces de l'interrupteur.

Sauf spécification contraire, les essais peuvent être exécutés à une température de l'air ambiant quelconque.

La tension d'alimentation du dispositif de manœuvre est mesurée à ses bornes pendant la manœuvre de l'interrupteur. Les équipements auxiliaires formant une partie intégrante du dispositif de manœuvre doivent être inclus. Aucune impédance ne doit être ajoutée entre la source de tension et les bornes du dispositif de manœuvre pour le réglage de la tension appliquée.

Pour les interrupteurs à commande manuelle, le dispositif de manœuvre peut être remplacé, pour la commodité des essais, par un mécanisme de manœuvre à source d'énergie extérieure donnant aux contacts une vitesse équivalente à celle de la manœuvre manuelle.

6.102.2 Essais pour les interrupteurs d'usage général

L'essai de fonctionnement mécanique doit comprendre 1000 cycles de manœuvres sans tension ni courant dans le circuit principal. Si une endurance supérieure à 1000 cycles est prescrite, il convient d'effectuer les essais suivant accord entre constructeur et utilisateur.

Un interrupteur à dispositif de manœuvre à source d'énergie extérieure doit être soumis aux essais suivants:

6.102 *Mechanical operation tests*

6.102.1 *Arrangement of the switch for tests*

The switch for test should be mounted on its own support and its operating mechanism shall be operated in the specified manner. It shall be tested according to its type as follows:

- a three-pole switch, with all poles mounted on a common frame, shall be tested as a complete unit;
- a three-pole switch, in which each pole or each column is separately mounted, should be tested as a complete three-pole switch, but for convenience, or owing to the limitations of the dimensions of the test bay, one single-pole unit of the switch may be tested, provided that it is equivalent to, or not in a more favourable condition than, the complete three-pole switch over the range of tests with respect to:
 - speed of closing,
 - speed of opening,
 - power and strength of closing and opening mechanism,
 - rigidity of structure.

When testing of a complete switch pole is not practicable, component tests may be accepted as type tests. Components are separate functional sub-assemblies which can be operated independently of the complete switch (e. g. pole, breaking unit, operating mechanism). The manufacturer should determine the components which are suitable for testing.

When component tests are made, the manufacturer shall prove that the mechanical stress on the component during the tests is not less than the mechanical stress applied to the same component when the complete switch is tested. When component tests are used for type tests as an alternative to the testing of the complete switch, they shall cover all different types of components of the complete switch, provided that the particular test is applicable to the component.

Parts of auxiliary and control equipment which have been manufactured in accordance with the relevant standards, shall comply with such standards. The proper function of such parts in connection with the function of the other parts of the switch shall be verified.

Unless otherwise specified, the tests may be made at any convenient ambient air temperature.

The supply voltage of the operating device shall be measured at the terminals during operation of the switch. Auxiliary equipment forming part of the operating device shall be included. Impedance shall not be added between the supply and the terminals of the device for regulation of the applied voltage.

For manually operated switches, the handle may, for convenience of testing, be replaced by an external power device wherein the operating speed of the switch contacts is equivalent to that for operation with a manual handle.

6.102.2 *Tests for general-purpose switches*

The mechanical operation tests shall consist of 1000 operating cycles without voltage on, or current in, the main circuit. If a capability beyond 1000 operating cycles is required, tests should be conducted upon agreement between manufacturer and user.

A switch having a power-operating device shall be subjected to the following tests:

- 900 cycles de fermeture-ouverture à la tension assignée d'alimentation et/ou à la pression assignée d'alimentation en gaz comprimé;
- 50 cycles de fermeture-ouverture à la tension minimale d'alimentation spécifiée et/ou à la pression minimale spécifiée d'alimentation en gaz comprimé;
- 50 cycles de fermeture-ouverture à la tension maximale d'alimentation spécifiée et/ou à la pression maximale spécifiée d'alimentation en gaz comprimé.

Un interrupteur à manœuvre manuelle doit être soumis à l'essai suivant:

- 1000 cycles de fermeture-ouverture, en utilisant une gamme d'efforts de manœuvre typiques de ceux qui sont susceptibles de se présenter en service.

Il n'est pas prescrit de durée entre les cycles ou entre les manœuvres de fermeture et d'ouverture. Cependant ces essais doivent être effectués à une cadence telle que les échauffements des dispositifs électriques mis sous tension n'excèdent pas les valeurs spécifiées.

6.102.3 *Essais pour les interrupteurs à usage limité ou à usage spécial*

Si rien n'est spécifié, les essais à effectuer sont identiques aux essais prescrits pour un interrupteur d'usage général. En variante, des essais peuvent être effectués par accord entre constructeur et utilisateur.

6.102.4 *Etat de l'interrupteur pendant et après les essais d'endurance mécanique*

Les positions de fermeture complète et d'ouverture complète doivent être atteintes pour chaque manœuvre.

Pendant les essais on vérifie le fonctionnement satisfaisant du dispositif de manœuvre, des contacts de commande, des contacts auxiliaires et des dispositifs indicateurs de position (s'il y en a).

Pendant les essais, il est permis de lubrifier suivant les instructions du constructeur mais aucun réglage mécanique n'est toléré.

Après les essais, toutes les pièces doivent être en bon état et ne doivent pas présenter d'usure anormale. Les contacts à revêtement conducteur doivent être dans un état tel que le revêtement soit conservé dans la zone de contact, suivant la spécification applicable à l'interrupteur particulier essayé.

6.103 *Fonctionnement dans des conditions sévères de formation de glace*

S'ils sont prescrits, les essais doivent être effectués suivant le paragraphe 6.103 de la Publication 129 de la CEI, avec l'exception suivante:

6.103.1 *Vérification du fonctionnement*

Les essais peuvent être considérés comme satisfaisants pour un interrupteur à manœuvre dépendante manuelle même si plusieurs tentatives sont nécessaires pour ouvrir ou fermer correctement. Les interrupteurs à manœuvre à accumulation d'énergie ou à manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure doivent manœuvrer correctement à la première tentative.

6.104 *Vérification du fonctionnement pendant l'application des efforts mécaniques assignés sur les bornes*

Cet essai est effectué seulement s'il fait l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur, pour démontrer que l'interrupteur à haute tension fonctionne correctement avec les charges imposées par la glace, le vent et les conducteurs raccordés.

Si des essais sont effectués, le paragraphe 6.102.4 de la Publication 129 de la CEI est applicable.

- 900 operating cycles at rated supply voltage and/or rated pressure of compressed gas supply;
- 50 operating cycles at the specified minimum supply voltage and/or minimum pressure of compressed gas supply;
- 50 operating cycles at the specified maximum supply voltage and/or maximum pressure of compressed gas supply.

A manually operated switch shall be subjected to the following test:

- 1000 operating cycles using a range of operating forces typical of that to be expected in service.

No specific time intervals between operating cycles or between closing and opening operations are required. These tests shall be made, however, at a rate such that the temperature rises of the energized electrical control components do not exceed the specified values.

6.102.3 *Tests for limited-purpose and special-purpose switches*

Unless otherwise specified, the tests performed shall be in accordance with the tests required for a general-purpose switch. Alternatively, tests may be performed by agreement between manufacturer and user.

6.102.4 *Condition of switch during and after mechanical operation tests*

The fully closed and fully open positions shall be attained during each operating cycle.

Satisfactory operation of operating devices, of control and auxiliary contacts, and of position indicating devices (if any), shall be verified during the test.

Lubrication in accordance with the manufacturer's instructions is permissible during the test, but mechanical adjustments are not permitted.

After the tests, all parts shall be in good condition and shall not show excessive wear. The condition of coated contacts shall be such that a layer of coating material remains at the contact area according to the relevant specification for the specific high-voltage switch.

6.103 *Operation under severe ice conditions*

If required, tests shall be performed in accordance with Sub-clause 6.103 of IEC Publication 129, with the following exception:

6.103.1 *Checking of operation*

The test may be considered satisfactory for switches with a dependent manual operation, even if several attempts are required for successful opening or closing. Switches having stored energy or dependent power operating mechanisms shall operate successfully on the first attempt.

6.104 *Verification of operation during application of rated mechanical terminal loads*

The mechanical terminal load test is made only upon agreement between manufacturer and user, and is performed to demonstrate that the high-voltage switch operates correctly when loaded with stresses resulting from ice, wind and connected conductors.

If tests are performed, Sub-clause 6.102.4 of IEC Publication 129 is applicable.

7. Essais individuels de série

L'article 7 de la Publication 694 de la CEI est applicable avec les compléments et exceptions suivants.

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

Le paragraphe 7.1 de la Publication 129 de la CEI est applicable.

Note. – Ces essais ne sont pas exigés pour les interrupteurs-sectionneurs ou pour les interrupteurs quand il peut être démontré que seul l'air atmosphérique est utilisé comme milieu isolant dans la distance d'isolement de l'appareil en position d'ouverture.

7.101 Essais de fonctionnement mécanique

Les essais de fonctionnement mécanique sont effectués pour s'assurer que les interrupteurs satisfont aux caractéristiques prescrites dans les limites de tension et de pression d'alimentation spécifiées de leurs dispositifs de manœuvre.

Au cours de ces essais, qui sont effectués sans tension ni courant dans le circuit principal, on vérifie, en particulier, que les interrupteurs s'ouvrent et se ferment correctement lorsque leurs dispositifs de commande sont mis sous tension ou sous pression. On vérifie également que le fonctionnement ne provoque aucune détérioration des interrupteurs.

La disposition de l'interrupteur en essai doit répondre aux spécifications pour les essais de type de fonctionnement mécanique, paragraphe 6.102.1.

Un interrupteur à dispositif de manœuvre à source d'énergie extérieure doit être soumis aux essais suivants:

- à la tension maximale d'alimentation spécifiée et/ou à la pression maximale spécifiée d'alimentation en gaz comprimé: cinq cycles de manœuvres;
- à la tension minimale d'alimentation spécifiée et/ou à la pression minimale spécifiée d'alimentation en gaz comprimé: cinq cycles de manœuvres.

Un interrupteur à manœuvre manuelle ou un interrupteur à dispositif de manœuvre à source d'énergie extérieure doté de manœuvre manuelle doit être soumis à l'essai suivant:

- dix cycles de manœuvres.

Les essais individuels de série sur un interrupteur complet peuvent être effectués sur le site.

Au cours de ces essais, aucun réglage ne doit être fait et le fonctionnement doit être sans défaut. Les positions de fermeture et d'ouverture doivent être atteintes au cours de chaque cycle de manœuvres.

8. Guide pour le choix des interrupteurs à haute tension selon le service

8.101 Généralités

Ce guide donne des propositions sur l'application des interrupteurs de tension assignée égale ou supérieure à 52 kV, afin d'aider à en obtenir des performances satisfaisantes.

Il est présenté pour répondre au besoin permanent de directives générales afin de compléter, mais non de remplacer, les instructions détaillées du constructeur.

On se réfèrera au paragraphe 2.1 de la Publication 694 de la CEI pour les exigences de conditions normales de service.

8.102 Conditions influant sur l'application

Lorsque des conditions inhabituelles existent, il convient d'attirer l'attention du constructeur pour connaître ses recommandations. Des exemples de telles conditions sont:

7. Routine tests

Clause 7 of IEC Publication 694 is applicable with the following exceptions and additions.

7.1 Power frequency voltage withstand dry tests on the main circuit

Sub-clause 7.1 of IEC Publication 129 is applicable.

Note. – These tests are not required for switch-disconnectors or switches wherein it can be shown that only atmospheric air is used as the insulating medium across the isolating gap when the switch-disconnector or switch is in the open position.

7.101 Mechanical operating tests

Operating tests are made to ensure that switches comply with the prescribed performance within the specified supply voltage and pressure limits of their operating devices.

During these tests, which are performed without voltage on, or current in, the main circuit, it shall be verified, in particular, that the switches open and close correctly when their operating devices are energized or under pressure. It shall also be verified that operation will not cause any damage to the switches.

The arrangement of the switch for test shall comply with specifications for the mechanical endurance type tests, Sub-clause 6.102.1.

A switch having a power-operating device shall be subjected to the following tests:

- at specified maximum supply voltage and/or maximum pressure of compressed gas supply: five operating cycles;
- at specified minimum supply voltage and/or minimum pressure of compressed gas supply: five operating cycles.

A manually operated switch, or a power-operated switch capable of manual operation, shall be subjected to the following test:

- ten operating cycles.

Routine tests on a complete switch may be made on site.

During these tests, no adjustments shall be made and the operation shall be faultless. The closed and open positions shall be attained during each operating cycle.

8. Guide to the selection of high-voltage switches for service

8.101 General

This guide presents suggestions on application as an aid to obtaining satisfactory performance of high-voltage switches rated at 52 kV and above.

It is offered in recognition of the continuing need for general guidelines to supplement, but not replace, the manufacturer's detailed instructions.

Refer to IEC Publication 694, Sub-clause 2.1 for normal service condition requirements.

8.102 Conditions affecting application

Where unusual conditions exist, they should be brought to the attention of the manufacturer for his recommendations. Examples of such conditions are:

- 1) Pollutions telles que vapeurs ou fumées nocives, poussières en excès ou abrasives, mélanges détonants de poussière ou atmosphères explosives, projections salines, humidité excessive, eau ruisselante, etc.
- 2) Vibrations anormales, chocs, inclinaison, ou activité sismique.
- 3) Températures de l'air ambiant anormalement élevées ou basses.
- 4) Conditions de transport ou de stockage inhabituelles.
- 5) Limitations inhabituelles d'espace disponible.
- 6) Dispositions de montage autres que celles recommandées par le constructeur.
- 7) Altitude élevée.
- 8) Vitesse du vent au-delà des recommandations du constructeur.
- 9) Séquence de manœuvres inhabituelle, fréquence inhabituelle de fonctionnement, difficultés de maintenance, tensions déséquilibrées, prescriptions spéciales d'isolement, etc.
- 10) Conditions de résonance lors de la manœuvre d'un condensateur ou d'un transformateur.
- 11) Utilisation à une fréquence différente de la fréquence assignée, en présence par exemple d'harmoniques liés à des circuits de redresseurs, de batteries de condensateurs et de filtres.
Il convient de choisir le courant assigné en service continu de l'interrupteur afin que ce dernier puisse supporter le courant à fréquence industrielle et les courants harmoniques.

8.103 *Coordination de l'isolement*

Le niveau d'isolement assigné d'un interrupteur doit être choisi suivant le paragraphe 4.2 de la Publication 694 de la CEI.

On se référera à la Publication 71 de la CEI pour une discussion générale et des recommandations touchant à la coordination de l'isolement.

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

9.101 *Renseignements à donner dans les appels d'offres et les commandes*

Lors d'un appel d'offre ou d'une commande pour un interrupteur, il est recommandé à l'utilisateur de fournir les renseignements suivants:

- 1) *Caractéristiques propres au réseau*: c'est-à-dire tensions nominale et la plus élevée, fréquence, nombre de phases et modalités de mise à la terre du neutre. Les caractéristiques inhabituelles du réseau dans lequel l'interrupteur sera installé sont en principe notées (courants d'harmoniques, conditions de résonance, nombre de manœuvres requises).
- 2) *Conditions en service* comprenant les températures maximale et minimale de l'air ambiant si elles sont en dehors des conditions normales, altitude si elle dépasse 1000 m, et toutes conditions spéciales susceptibles d'exister ou de se produire, par exemple l'exposition inhabituelle à la vapeur d'eau, à l'humidité, aux vapeurs chimiques, aux atmosphères explosives, à une poussière excessive ou à l'air salin (voir paragraphes 2.1, 2.2 et 6.1.8 de la Publication 694 de la CEI et paragraphe 8.102 de la présente norme).
- 3) *Caractéristiques de l'interrupteur*
Il est recommandé de donner les renseignements suivants:
 - a) le nombre de pôles;
 - b) le type d'interrupteur suivant les définitions indiquées à l'article 3;
 - c) la classe: pour l'intérieur ou pour l'extérieur;
 - d) la tension assignée (paragraphe 4.1 de la Publication 694 de la CEI);

- 1) Contamination such as damaging fumes or vapour, excessive or abrasive dust, explosive mixtures of dust or gases, salt spray, excessive moisture or dripping water, etc.
- 2) Abnormal vibration, shocks, tilting, or seismic activity.
- 3) Excessively high or low ambient temperatures.
- 4) Unusual transportation or storage conditions.
- 5) Unusual space limitations.
- 6) Mounting positions other than those recommended by the manufacturer.
- 7) High altitude.
- 8) Wind velocity in excess of manufacturer's recommendations.
- 9) Unusual operating duty, frequency of operation, difficulty of maintenance, unbalanced voltages, special insulation requirements, etc.
- 10) A condition of resonance when switching a capacitor or transformer.
- 11) For use at other than rated frequency, such as harmonics associated with filter banks, capacitor banks, and rectifier circuits. The normal current rating of the switch should be such as to adequately carry the power frequency current and the harmonic currents.

8.103 *Insulation coordination*

The rated insulation level of a switch shall be selected according to Sub-clause 4.2 of IEC Publication 694.

Refer to IEC Publication 71 for a general discussion and recommendations on insulation coordination.

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

9.101 *Information to be given with enquiries and orders*

When enquiring for or ordering a switch, the following particulars should be supplied by the enquirer:

- 1) *Particulars of system*: i. e., nominal and highest voltages, frequency, number of phases, and details of neutral earthing. Unusual characteristics of system in which the switch is to be applied should be noted (harmonic currents, resonance conditions, number of operations required).
- 2) *Service conditions* including minimum and maximum ambient air temperatures, if beyond the normal values; altitude, if over 1000 m; and any special conditions likely to exist or arise, e. g. unusual exposure to steam or vapour, moisture, fumes, explosive gases, excessive dust, or salt air (see Sub-clauses 2.1, 2.2 and 6.1.8 of IEC Publication 694 and Sub-clause 8.102 of this standard).
- 3) *Characteristics of switch*
The following information should be given:
 - a) number of poles;
 - b) type of switch as defined in Clause 3;
 - c) class: indoor or outdoor;
 - d) rated voltage (Sub-clause 4.1 of IEC Publication 694);

- e) le niveau d'isolement assigné, s'il existe un choix entre différents niveaux d'isolement correspondant à une tension assignée donnée ou, s'il est différent du niveau normal, le niveau d'isolement demandé (paragraphe 4.2 de la Publication 694 de la CEI);
 - f) la fréquence assignée (paragraphe 4.3 de la Publication 694 de la CEI);
 - g) le courant assigné en service continu (paragraphe 4.4 de la Publication 694 de la CEI);
 - h) les pouvoirs de coupure assignés suivant les définitions des articles 3 et 4, s'il y a lieu;
 - i) le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit suivant les définitions des paragraphes 3.124 et 4.110, s'il y a lieu;
 - j) si elle diffère de la valeur normale, la durée admissible du courant de court-circuit désirée (paragraphe 4.7 de la Publication 694 de la CEI);
 - k) les essais de type spécifiés sur demande spéciale, tels que définis à l'article 6.
- 4) *Caractéristiques du dispositif de manœuvre de l'interrupteur et de l'équipement associé, en particulier:*
- a) le mode de commande, manuel ou par une source d'énergie;
 - b) le nombre et le type des contacts auxiliaires de réserve;
 - c) la tension et la fréquence assignées d'alimentation.
- 5) *Prescriptions relatives à l'utilisation de l'air comprimé et prescriptions relatives à la construction et aux essais des réservoirs à pression*

Note. – Il est recommandé au demandeur de donner des renseignements sur toutes les conditions spéciales, non énumérées précédemment, qui pourraient avoir une influence sur la soumission ou la commande.

9.102 *Renseignements à donner avec les soumissions*

Lorsque le demandeur désire connaître les caractéristiques techniques d'un interrupteur, il est recommandé au constructeur de donner les renseignements suivants (ceux qui sont applicables) avec les notices descriptives et les plans:

- 1) *Valeurs assignées et caractéristiques*
 - a) le nombre de pôles;
 - b) le type d'interrupteur suivant les définitions de l'article 3;
 - c) la classe: pour l'intérieur ou pour l'extérieur;
 - d) la tension assignée (paragraphe 4.1 de la Publication 694 de la CEI);
 - e) le niveau d'isolement assigné (paragraphe 4.2 de la Publication 694 de la CEI);
 - f) la fréquence assignée (paragraphe 4.3 de la Publication 694 de la CEI);
 - g) le courant assigné en service continu (paragraphe 4.4 de la Publication 694 de la CEI);
 - h) les pouvoirs de coupure assignés suivant les définitions des articles 3 et 4, s'il y a lieu;
 - i) le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit suivant les définitions des paragraphes 3.124 et 4.110, s'il y a lieu;
 - j) la durée de court-circuit assignée (paragraphe 4.7 de la Publication 694 de la CEI).
- 2) *Essais de type*
 Certificat ou compte-rendu sur demande, comprenant les essais spéciaux demandés par le demandeur d'offre.
- 3) *Détails constructifs*
 - a) pour les interrupteurs à huile: masse de l'interrupteur complet sans huile, masse de l'huile, recommandations concernant la qualité de l'huile, nombre de bacs;

- e) rated insulation level where a choice exists between different insulation levels corresponding to a given rated voltage, or, if other than standard, desired insulation level (Sub-clause 4.2 of IEC Publication 694);
 - f) rated frequency (Sub-clause 4.3 of IEC Publication 694);
 - g) rated normal current (Sub-clause 4.4 of IEC Publication 694);
 - h) rated breaking currents as defined in Clause 3 and Clause 4, if applicable;
 - i) if applicable, rated short-circuit making current as defined in Sub-clause 3.124 and Sub-clause 4.110;
 - j) if other than standard, desired duration of short-circuit current (Sub-clause 4.7 of IEC Publication 694);
 - k) the type tests required on special request as defined in Clause 6.
- 4) *Characteristics of the operating mechanism of switch and associated equipment, in particular:*
- a) method of operation, whether manual or power;
 - b) number and type of spare auxiliary switches;
 - c) rated supply voltage and rated supply frequency.
- 5) *Requirements concerning the use of compressed air and requirements for design and test of pressure vessels*

Note. – The enquirer should give information pertaining to any special conditions not included above that might influence the tender or order.

9.102 *Information to be given with tenders*

When the enquirer requests technical particulars of a switch, the following information, where applicable, should be given by the manufacturer, with the descriptive matter and drawings:

- 1) *Rated values and characteristics*
 - a) number of poles;
 - b) type of switch as defined in Clause 3;
 - c) class: indoor or outdoor;
 - d) rated voltage (Sub-clause 4.1 of IEC Publication 694);
 - e) rated insulation level (Sub-clause 4.2 of IEC Publication 694);
 - f) rated frequency (Sub-clause 4.3 of IEC Publication 694);
 - g) rated normal current (Sub-clause 4.4 of IEC Publication 694);
 - h) rated breaking currents as defined in Clause 3 and Clause 4, if applicable;
 - i) if applicable, rated short-circuit making current as defined in Sub-clause 3.124 and Sub-clause 4.110;
 - j) rated duration of short-circuit current (Sub-clause 4.7 of IEC Publication 694).
- 2) *Type tests*

Certificate or report on request, including the special tests requested by the enquirer.
- 3) *Constructional features*
 - a) for oil switches: mass of complete switch without oil; mass of oil, recommendations regarding oil quality; number of tanks;

- b) pour les interrupteurs à air comprimé: masse de l'interrupteur complet; pression d'air et limites de la pression d'air entre lesquelles l'interrupteur fonctionne correctement; capacité du réservoir d'air local; consommations d'air détendu pour une manœuvre d'ouverture et pour une manœuvre de fermeture; recommandations concernant la qualité de l'air;
 - c) pour les autres interrupteurs à gaz: masse de l'interrupteur complet; pression du gaz et limites de la pression du gaz entre lesquelles l'interrupteur fonctionne correctement; volume total de gaz par pôle ramené à la pression de 0,1 MPa (1 bar); caractéristiques d'étanchéité, recommandations concernant la qualité du gaz, s'il y a lieu;
 - d) nombre d'éléments de coupure en série par pôle;
 - e) distances d'isolement minimales dans l'air:
 - entre pôles,
 - à la terre.
- 4) *Mécanisme de commande de l'interrupteur et équipement associé*
- a) type de la commande;
 - b) tension assignée d'alimentation pour les dispositifs de fermeture et d'ouverture (paragraphe 4.8 de la Publication 694 de la CEI);
 - c) fréquence assignée d'alimentation (paragraphe 4.9 de la Publication 694 de la CEI);
 - d) pression assignée de l'alimentation en gaz comprimé pour la manœuvre (paragraphe 4.10 de la Publication 694 de la CEI);
 - e) courant requis à la tension assignée d'alimentation pour fermer et pour ouvrir l'interrupteur;
 - f) consommation d'air détendu nécessaire pour fermer et pour ouvrir l'interrupteur à la pression assignée d'alimentation;
 - g) tension assignée d'alimentation du déclencheur shunt d'ouverture;
 - h) courant requis à la tension assignée d'alimentation du déclencheur shunt d'ouverture;
 - i) nombre et type des contacts auxiliaires de réserve;
 - j) courant requis à la tension assignée d'alimentation des autres auxiliaires.
- 5) *Encombrement maximal et autres renseignements*
- Il est recommandé au constructeur de donner les renseignements nécessaires concernant l'encombrement maximal de l'interrupteur et les renseignements détaillés nécessaires à l'établissement de la fondation. Il est également recommandé de donner des renseignements généraux concernant la maintenance.

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

L'article 10 de la Publication 694 de la CEI est applicable.

- b) for air-blast switches: mass of complete switch; air pressure and limits of air pressure between which the switch will operate correctly; the capacity of the local air receiver; quantity of free air for one opening operation and for one closing operation; recommendations regarding air quality;
 - c) for other gas switches: mass of complete switch; gas pressure and limits of gas pressure within which the switch will operate correctly; the total volume of the gas per pole at a pressure of 0.1 MPa (1 bar); if applicable, tightness characteristics, recommendations regarding gas quality;
 - d) number of breaks in series per pole;
 - e) minimum clearances in air;
 - between poles,
 - to earth.
- 4) *Operating mechanism of switch and associated equipment*
- a) type of operating mechanism;
 - b) rated supply voltage of closing and opening devices (Sub-clause 4.8 of IEC Publication 694);
 - c) rated supply frequency (Sub-clause 4.9 of IEC Publication 694);
 - d) rated pressure of compressed gas supply for operation (Sub-clause 4.10 of IEC Publication 694);
 - e) current required at rated supply voltage to close and open the switch;
 - f) quantity of free air required to close and open the switch at rated supply pressure;
 - g) rated supply voltage of shunt opening release;
 - h) current required at rated supply voltage for shunt opening release;
 - i) number and type of spare auxiliary switch contacts;
 - j) current required at rated supply voltage by other auxiliaries.
- 5) *Overall dimensions and other information*
- The manufacturer should give the necessary information regarding overall dimensions of the switch and details necessary for the design of the foundation. General information regarding maintenance should also be given.

10. Rules for transport, storage, erection and maintenance

Clause 10 of IEC Publication 694 is applicable.

TABLEAU I

Pouvoirs de coupure assignés de lignes à vide et de câbles à vide pour interrupteur d'usage général

Tension assignée U (kV)	Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide I_{4a} (A)	Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide I_{4b} (A)
52	25	2
72,5	25	3
100	31,5	5
123	31,5	8
145	31,5	10
170	40	12,5
245	40	25
300	50	31,5
362	50	50
420	63	63
525	—	80
765	—	125

Notes 1. - Des valeurs plus élevées, choisies dans la série R10, peuvent être fixées par le constructeur.

2. - Pour un interrupteur d'usage spécial, se référer à la Publication 56 de la CEI pour des valeurs suggérées de pouvoirs de coupure assignés de câbles ou de lignes à vide.

TABLE I

*Rated line and cable charging breaking currents
for a general purpose switch*

Rated voltage U (kV)	Rated cable-charging breaking current I_{4a} (A)	Rated line-charging breaking current I_{4b} (A)
52	25	2
72.5	25	3
100	31.5	5
123	31.5	8
145	31.5	10
170	40	12.5
245	40	25
300	50	31.5
362	50	50
420	63	63
525	—	80
765	—	125

Notes 1. — Higher values selected from the R10 series may be stated by the manufacturer.

2. — Refer to IEC Publication 56 for suggested rated line and cable charging breaking currents for a special purpose switch.

TABLEAU II
Renseignements pour la plaque signalétique

(1)	Abré- viation (2)	Unité (3)	Inter- rupteur (4)	Dispo- sitif de ma- nœuvre (5)	Condition: inscription seule- ment si (6)
Constructeur			x	x	
Désignation du type			x	x	
Numéro de série			(x)	(x)	
Tension assignée	U	kV	x		
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	U_w	kV	x		
Tension de tenue assignée aux chocs de manœuvre	U_s	kV	y		Tension assignée 300 kV et au-delà
Fréquence assignée		Hz	x		
Courant assigné en service continu	I_n	A	x		
Courant de courte durée admissible assigné	I_{th}	kA	x		
Durée de court circuit assignée	t	s	y		Différente de 1 s
Pouvoir de fermeture assigné en court circuit	I_{ma}	kA	x		
Nombre de manœuvres de coupure en charge principalement active	n		y		Différent de 10
Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active	I_1	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée de lignes de transport	I_{2a}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de transformateur en parallèle	I_{2b}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide	I_{4a}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide	I_{4b}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de barres omnibus à vide	I_{4c}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs	I_{4d}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins	I_{4e}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de transformateur à vide	I_{5a}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de bobine d'inductance	I_{5b}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre	I_{7a}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre	I_{7b}	A	(x)		
Pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs à gradins	I_{in}	A	(x)		
Pression assignée pour le dispositif de manœuvre	P_{op}	MPa ou bar		(x)	
Pression assignée pour l'interrupteur	P_{sw}	MPa ou bar	(x)		
Tension assignée d'alimentation des auxiliaires	U_a	V		x	
Masse (y compris le liquide)	m	kg	y	y	Plus de 300 kg
Classe de température			y	y	Différente de: -5°C pour l'inté- rieur, ou -25°C pour l'exté- rieur

x L'inscription de ces valeurs est obligatoire; les valeurs qui n'apparaissent pas sur la plaque sont supposées avoir une valeur nulle.

(x) L'inscription de ces valeurs est facultative.

y L'inscription de ces valeurs dépend des conditions figurant à la colonne (6).

Notes:

1. Les abréviations de la colonne (2) peuvent être utilisées à la place des termes de la colonne (1). Quand les termes de la colonne (1) sont utilisés, il n'est pas nécessaire de faire apparaître le mot: «assigné».

2. Il est permis de regrouper les abréviations quand les valeurs sont identiques, par exemple: $I_n I_1 I_{2a} 400 A$.

TABLE II
Nameplate information

(1)	Ab- brevia- tion (2)	Unit (3)	Switch (4)	Operat- ing de- vice (5)	Condition: marking required only if (6)
Manufacturer			x	x	
Designation of type			x	x	
Serial number			(x)	(x)	
Rated voltage	U	kV	x		
Rated lightning impulse withstand voltage	U_w	kV	x		
Rated switching impulse withstand voltage	U_s	kV	y		Rated voltage 300 kV and above
Rated frequency		Hz	x		
Rated normal current	I_n	A	x		
Rated short-time current	I_{th}	kA	x		
Rated duration of short circuit	t	s	y		Different from 1 s
Rated short-circuit making current	I_{ma}	kA	x		
Number of operations for mainly active load breaking	n		y		Different from 10
Rated mainly active load breaking current	I_l	A	(x)		
Rated transmission line closed loop breaking current	I_{2a}	A	(x)		
Rated parallel transformer breaking current	I_{2b}	A	(x)		
Rated cable-charging breaking current	I_{4a}	A	(x)		
Rated line-charging breaking current	I_{4b}	A	(x)		
Rated busbar charging breaking current	I_{4c}	A	(x)		
Rated single capacitor bank breaking current	I_{4d}	A	(x)		
Rated back-to-back capacitor bank breaking current	I_{4e}	A	(x)		
Rated no-load transformer breaking current	I_{5a}	A	(x)		
Rated shunt reactor breaking current	I_{5b}	A	(x)		
Rated earth-fault breaking current	I_{7a}	A	(x)		
Rated cable and line charging breaking current under earth-fault conditions	I_{7b}	A	(x)		
Rated back-to-back capacitor bank inrush making current	I_{in}	A	(x)		
Rated pressure for operating device	P_{op}	MPa or bar		(x)	
Rated gas pressure for switch	P_{sw}	MPa or bar	(x)		
Rated auxiliary voltage	U_a	V		x	
Mass (including liquid)	m	kg	y	y	More than 300 kg
Temperature class			y	y	Different from: -5°C indoor or -25°C outdoor

x The marking of these values is mandatory; blanks for these values on the nameplate indicate the value zero.

(x) The marking of these values is optional.

y The marking of these values is subject to the condition in Column (6).

Notes:

1. Abbreviations in Column (2) may be used instead of terms in Column (1).

When terms of Column (1) are used, the word "rated" need not appear.

2. It is permissible to combine abbreviations where values are identical, for example: $I_n I_l I_{2a}$ 400 A.

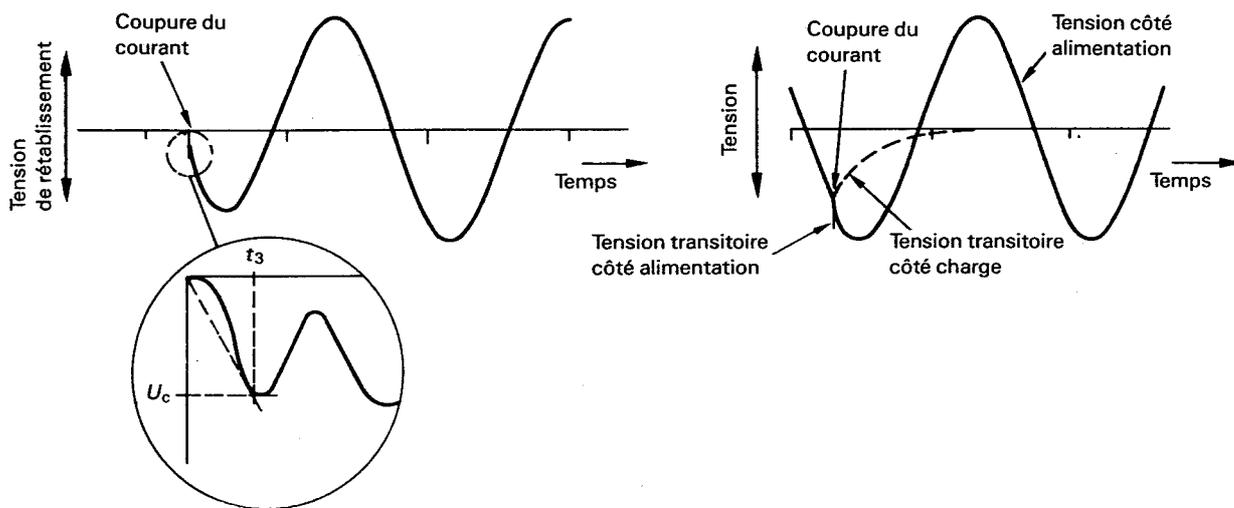
TABLEAU III

Paramètres de TTR du circuit d'alimentation pour les essais de coupure de courant de charge principalement active

Tension assignée <i>U</i> (kV)	Composante du circuit d'alimentation	
	Valeur de crête de la tension <i>U_c</i> (kV)	Paramètre temps <i>t₃</i> (μs)
52	11	23
72,5	15	28
100	21	34
123	26	40
145	30	45
170	36	51
245	34	66
300	42	73
362	50	82
420	60	88
525	73	98
765	105	114

Notes:

1. - La tension transitoire a une forme (1-cos) et les valeurs s'appliquent au premier pôle qui coupe. Les tensions transitoires côté alimentation et côté charge et la TTR sont illustrées ci-dessous.



- L'impédance série d'alimentation est égale à 15% de l'impédance totale avec un facteur de puissance inférieur ou égal à 0,2. La charge est constituée d'inductances et de résistances en parallèle. La TTR du côté charge est une tension exponentiellement décroissante dont la valeur de crête est déterminée par le facteur de puissance de la charge. Ainsi la TTR côté charge est complètement déterminée par le circuit de charge et il n'est pas besoin de la spécifier.
- L'impédance série d'alimentation est une combinaison de l'impédance locale d'un transformateur (supposée égale à 10%) et de l'impédance lointaine de la source (supposée égale à 5%). La fréquence de la TTR du transformateur est beaucoup plus élevée que la fréquence de la TTR de la source, ainsi la composante côté alimentation de la TTR provient seulement de la contribution du transformateur. Le facteur de premier pôle K_p est de 1,5 pour les tensions assignées inférieures à 245 kV en supposant le neutre des transformateurs isolé, et de 1,0 pour les tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV en supposant le neutre des transformateurs mis à la terre. Le facteur d'amplitude est de 1,7 suivant la Publication 56 de la CEI pour la séquence d'essais de court-circuit n°1.

$$U_c = U \sqrt{\frac{2}{3}} \times K_p \times 1,7 \times 0,10$$

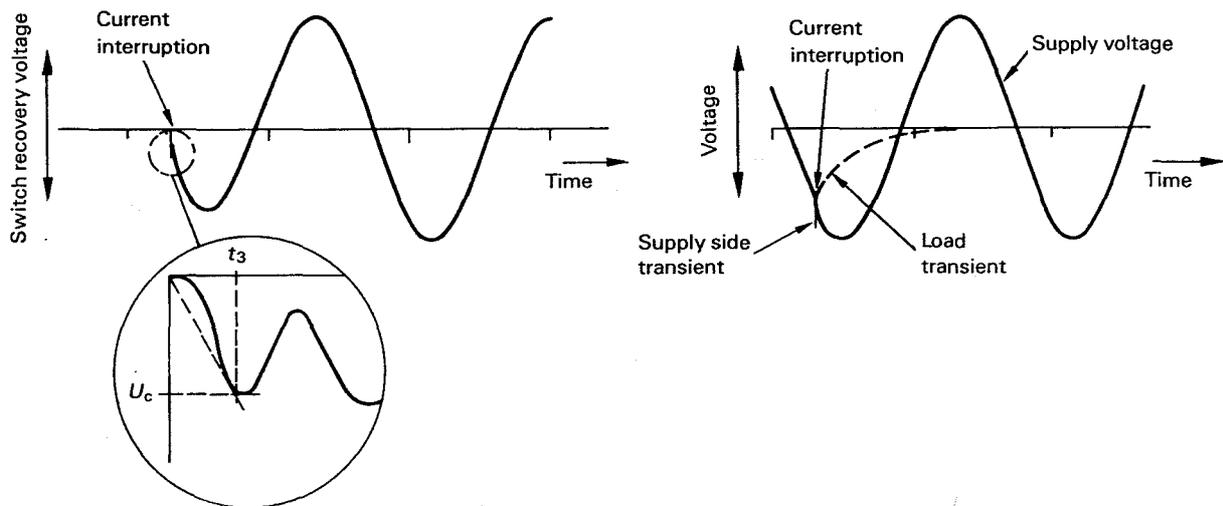
TABLE III

Supply circuit TRV parameters for mainly active load current breaking tests

Rated voltage <i>U</i> (kV)	Supply component	
	Peak voltage <i>U_c</i> (kV)	Time coordinate <i>t₃</i> (μs)
52	11	23
72.5	15	28
100	21	34
123	26	40
145	30	45
170	36	51
245	34	66
300	42	73
362	50	82
420	60	88
525	73	98
765	105	114

Notes:

1. - The transient is of the (1-cos) form and the values are for the first pole to clear. The switch supply and load transients are illustrated below.



- The series supply impedance is 15% of the total impedance with a power factor of 0.2 or less. The load consists of parallel resistance and reactance. The TRV from the load is an exponentially decaying voltage whose peak is determined by the power factor of the load. Thus, the load side TRV is completely determined by the load circuit and need not be specified.
- The series supply impedance is a combination of local transformer impedance (10% assumed) and remote supply impedance (5% assumed). The transformer TRV frequency is much greater than the remote supply TRV frequency, therefore the supply circuit component of the TRV is derived only from the transformer contribution. The first-pole-to-clear factor K_ϕ is 1.5 for rated voltages below 245 kV assuming isolated neutral transformers and 1.0 for rated voltages 245 kV and above, assuming earthed neutral transformers. The amplitude factor is assumed to be 1.7 in accordance with IEC Publication 56 for short-circuit test duty No. 1.

$$U_c = U \sqrt{\frac{2}{3}} \times K_\phi \times 1.7 \times 0.10$$

TABEAU IV A

Paramètres de TTR pour les essais de coupure de courant de boucle fermée de lignes de transport

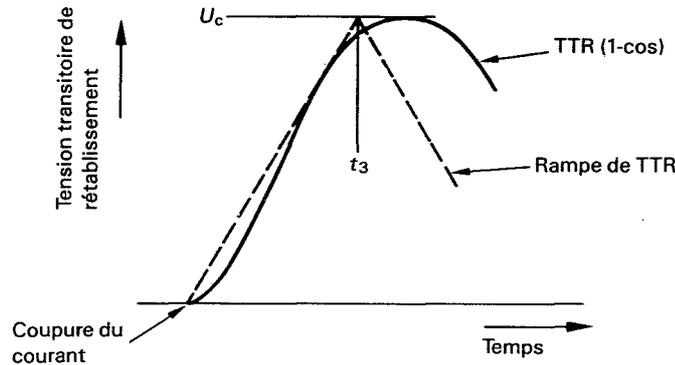
Tension assignée <i>U</i> (kV)	Valeur de crête de la tension <i>U_c</i> (kV)	VATR ¹⁾ <i>U_c/t₃</i> (kV/μs par kA)	
		60 Hz	50 Hz
52	14	0,227	0,189
72,5	19	0,227	0,189
100	26	0,227	0,189
123	32	0,227	0,189
145	38	0,227	0,189
170	44	0,227	0,189
245	64	0,227	0,189
300	59	0,174	0,145
362	71	0,174	0,145
420	82	0,174	0,145
525	105	0,174	0,145
765	150	0,174	0,145

¹⁾ Le temps peut être calculé d'après les VATR/kA pour une tension donnée en valeur de crête *U_c* et un courant d'essai en kA:

$$t_3 = \frac{U_c}{(\text{VATR}) \times (\text{kA})}$$

Notes:

1. - La tension transitoire a la forme d'une rampe rectiligne jusqu'à la valeur de crête. Pour la commodité des essais, une tension transitoire de forme (1-cos) peut être utilisée. Une tension transitoire typique est représentée ci-dessous.



2. - La tension d'essai entre phases du circuit ouvert, en régime établi, est égale à 20% de la tension assignée en dessous de 300 kV, et à 15% à partir et au dessus de 300 kV. *U_c* correspond à un réseau à neutre à la terre, avec un facteur de premier pôle *K_φ* égal à 1,0 et un facteur d'amplitude égal à 1,6 suivant les facteurs d'amplitude spécifiés par la Publication 56 de la CEI pour les défauts proches en ligne.

$$U_c = U \times (0,20 \text{ ou } 0,15) \sqrt{\frac{2}{3}} \times 1,0 \times 1,6$$

3. - La VATR est égale au produit de *di/dt* par l'impédance d'onde équivalente *Z_{eq}*. L'impédance d'onde équivalente est calculée pour le premier pôle qui coupe parce que le courant coupé est maximal dans ce cas.

$$Z_{eq} = \frac{3 \left(\frac{Z_1}{2} \right) Z_0}{\left(\frac{Z_1}{2} \right) + Z_0}$$

où *Z₁* = impédance d'onde directe et *Z₀* = impédance d'onde homopolaire

Z_{eq} est égale à 425 Ω pour les tensions inférieures ou égales à 245 kV et à 325 Ω pour les tensions supérieures à 245 kV. *Z_{eq}* n'est pas la même que l'impédance équivalente utilisée pour les défauts proches en ligne. *Z_{eq}* s'applique au premier pôle qui coupe et non pas au dernier comme dans le cas des défauts proches en ligne. L'impédance d'onde change au dessus de 245 kV à cause de l'utilisation de conducteurs en faisceaux. Noter aussi que les conducteurs ne se touchent pas pendant une manœuvre de boucle fermée.

TABLE IV A

*TRV parameters for transmission line
closed loop current breaking tests*

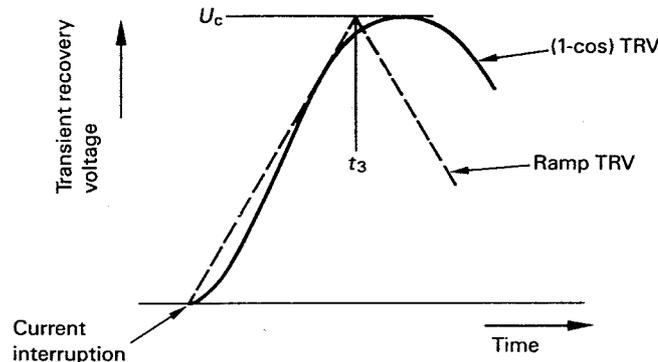
Rated voltage U (kV)	Peak voltage U_c (kV)	RRRV ¹⁾ U_c/t_3 (kV/ μ s per kA)	
		60 Hz	50 Hz
52	14	0.227	0.189
72.5	19	0.227	0.189
100	26	0.227	0.189
123	32	0.227	0.189
145	38	0.227	0.189
170	44	0.227	0.189
245	64	0.227	0.189
300	59	0.174	0.145
362	71	0.174	0.145
420	82	0.174	0.145
525	105	0.174	0.145
765	150	0.174	0.145

¹⁾ The time coordinate can be calculated from RRRV per kA for a given peak voltage U_c and test current in kA.

$$t_3 = \frac{U_c}{(\text{RRRV}) \times (\text{kA})}$$

Notes:

1. - The transient is of the form of a linear ramp to crest voltage. For convenience in testing, a transient of the (1-cos) form may be used. A typical transient is illustrated below.



2. - Steady-state, phase-to-phase, open circuit test voltage is to be 20% of rated voltage below 300 kV and 15% of rated voltage of 300 kV and above. U_c is based on an earthed neutral system having a first-pole-to-clear factor K_f of 1.0 and an amplitude factor equal to 1.6 in accordance with IEC Publication 56 regarding amplitude factors associated with short-line faults.

$$U_c = U \times (0.20 \text{ or } 0.15) \sqrt{\frac{2}{3}} \times 1.0 \times 1.6$$

3. - The RRRV is based on di/dt times the equivalent surge impedance Z_{eq} . The equivalent surge impedance was calculated for the first-pole-to-open since the switch current is the highest in this case.

$$Z_{eq} = \frac{3 \left(\frac{Z_1}{2} \right) Z_0}{\left(\frac{Z_1}{2} \right) + Z_0}$$

where Z_1 = positive sequence surge impedance and Z_0 = zero sequence surge impedance

Z_{eq} is 425 Ω for 245 kV and below and 325 Ω above 245 kV. Z_{eq} is not the same as that typically used for short line faults. Z_{eq} is for the first pole to open rather than the last pole to open used in short line faults. The surge impedance changes above 245 kV because of the use of bundled conductors. Also note that the conductors do not clash together during closed loop switching.

TABLEAU IVB

Paramètres de TTR pour les essais de coupure de courant de transformateurs en parallèle

Tension assignée U (kV)	Valeur de crête de la tension U_c (kV)	Facteur de temps $K^{1)}$	
		60 Hz	50 Hz
52	8,1	11	12
72,5	11,5	13	14
100	16	16	17
123	19	17	19
145	23	22	24
170	27	24	27
245	26	28	31
300	31	32	35
362	38	44	48
420	44	47	51
525	55	61	67
765	80	61	67

¹⁾ Le temps est calculé d'après $t_3 = \frac{K}{\sqrt{I}}$

où t_3 est en μs et I est le courant d'essai en kA.

Notes:

1. - La tension transitoire est de la forme (1-cos) et les valeurs s'appliquent au premier pôle qui coupe.
2. - Le facteur de premier pôle K_p est de 1,0 pour les tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV pour des réseaux supposés à neutre à la terre, et de 1,5 pour les tensions inférieures à 245 kV pour des réseaux supposés à neutre isolé. Le facteur d'amplitude est supposé égal à 1,7 suivant la séquence d'essais en court-circuit n° 1 de la Publication 56 de la CEI. On suppose qu'un transformateur est en parallèle avec le transformateur à isoler. La TTR est principalement due au transformateur à isoler. Ceci implique que la tension transitoire correspond à la moitié seulement de la tension de rétablissement en régime établi.

$$U_c = U \sqrt{\frac{2}{3}} \times K_p \times 1,7 \times \frac{0,15}{2}$$

3. - Le facteur K dérive des fréquences de TTR obtenues par injection de courant à basse tension dans des transformateurs. La fréquence est typique de transformateurs ayant un courant assigné proche du courant d'essai.

TABLE IVB

*TRV parameters for parallel transformer
current breaking tests*

Rated voltage U (kV)	Peak voltage U_c (kV)	Time coordinate factor $K^1)$	
		60 Hz	50 Hz
52	8.1	11	12
72.5	11.5	13	14
100	16	16	17
123	19	17	19
145	23	22	24
170	27	24	27
245	26	28	31
300	31	32	35
362	38	44	48
420	44	47	51
525	55	61	67
765	80	61	67

¹⁾ The time coordinate is calculated as $t_3 = \frac{K}{\sqrt{I}}$

where t_3 is in μs and I is the test current in kA.

Notes:

1. - The transient is of the (1-cos) form and the values are for the first pole to clear.
2. - The first-pole-to-clear factor K_p is 1.0 for rated voltages of 245 kV and above, assuming earthed neutral systems, and 1.5 for rated voltages below 245 kV, assuming isolated neutral systems. Amplitude factor is assumed to be 1.7 in accordance with IEC Publication 56 for short-circuit test duty No. 1. It is assumed that two transformers are in parallel with one transformer being switched. The TRV is mainly from the transformer being switched. This implies that the transient is based only on half of the steady state recovery voltage.

$$U_c = U \sqrt{\frac{2}{3}} \times K_p \times 1.7 \times \frac{0.15}{2}$$

3. - The K factor was derived from transient recovery voltage frequencies obtained by low-voltage current injection of transformers. The frequency is typical of transformers having a current rating close to the test current.

TABLEAU V

*Paramètres de TTR pour les essais de coupure de courant
de bobines d'inductance shunt*

Tension assignée U (kV)	Valeur de crête de la tension U_c (kV)	Facteur de temps $K^{1)}$	
		60 Hz	50 Hz
52	120	40	43
72,5	170	47	51
100	230	55	60
123	290	61	67
145	340	66	73
170	400	72	79
245	380	86	94
300	470	95	105
362	560	105	115
420	650	115	125
525	810	125	140
765	1200	150	170

¹⁾ Le temps est calculé d'après $t_3 = \frac{K}{\sqrt{I}}$

où t_3 est en μs et I est le courant d'essai en kA.

Notes:

1. - La tension transitoire est de la forme $(1-\cos)$ et les valeurs s'appliquent au premier pôle qui coupe.
2. - Le facteur de premier pôle K_ϕ est de 1,0 pour les tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV pour des inductances supposées à neutre à la terre, et de 1,5 pour les tensions assignées inférieures à 245 kV pour des inductances supposées à neutre isolé. Le facteur d'amplitude est supposé être égal à 1,9.

$$U_c = U \sqrt{\frac{2}{3}} \times K_\phi \times 1,9$$

3. - Le facteur K dérive des valeurs obtenues par injection de courant à basse tension dans des bobines d'inductance shunt à haute tension.

TABLE V
TRV parameters for shunt reactor
current breaking tests

Rated voltage U (kV)	Peak voltage U_c (kV)	Time coordinate factor $K^{1)}$	
		60 Hz	50 Hz
52	120	40	43
72.5	170	47	51
100	230	55	60
123	290	61	67
145	340	66	73
170	400	72	79
245	380	86	94
300	470	95	105
362	560	105	115
420	650	115	125
525	810	125	140
765	1200	150	170

¹⁾ The time coordinate is calculated as $t_3 = \frac{K}{\sqrt{I}}$

where t_3 is in μ s and I is the test current in kA.

Notes:

1. - The transient is of the (1-cos) form and the values are for the first pole to clear.
2. - The first-pole-to-clear factor K_ϕ is 1.0 for rated voltages of 245 kV and above assuming earthed neutral reactors and 1.5 for rated voltages below 245 kV assuming isolated neutral reactors. The amplitude factor is assumed to be 1.9.

$$U_c = U \sqrt{\frac{2}{3}} \times K_\phi \times 1.9$$

3. - The K factor was derived from low-voltage, current injection of high voltage shunt reactors.

TABLEAU VI

Séquences d'essais pour les essais en triphasé des interrupteurs tripolaires

Séquence d'essais		Tension assignée	Tension d'essai ¹⁾ (+10%, -0%)	Courant d'essai (+10%, -0%)	Nombre de cycles ou de manœuvres
N°	Type				
1*	Charge principalement active: 100%	Toutes valeurs	U	I_1	10
2a*	Boucle fermée, lignes de transport	< 300 kV	$0,20 U$	I_{2a}	10
		≥ 300 kV	$0,15 U$		
2b*	Boucle fermée, transformateurs en parallèle	Toutes valeurs	$0,15 U$	I_{2b}	10
3*	Charge principalement active: 5%	Toutes valeurs	U	$0,05 I_1$	20
4a*	Câbles à vide	Toutes valeurs	U	I_{4a}	10
				$0,2-0,4 I_{4a}$	10
4b*	Lignes à vide	Toutes valeurs	U	I_{4b}	10
				$0,2-0,4 I_{4b}$	10
4c	Barres omnibus à vide	Toutes valeurs	**	**	**
4d	Batterie unique de condensateurs	Toutes valeurs	U	I_{4d}	10
				$0,2-0,4 I_{4d}$	10
4e	Batterie de condensateurs à gradins	Toutes valeurs	U	I_{4e}	10
				$0,2-0,4 I_{4e}$	10
5a	Transformateur à vide	Toutes valeurs	**	**	**
5b	Bobines d'inductance shunt	Toutes valeurs	U	I_{5b}	10
				$0,2-0,4 I_{5b}$ ²⁾	10
6*	Fermeture sur court-circuit	Toutes valeurs	U	I_{ma}	2 fermetures
7a	Défaut à la terre	< 245 kV	U	I_{7a}	10
7b	Câbles et lignes à vide en cas de défaut à la terre	< 245 kV	U	I_{7b}	10

* Prescrit pour un interrupteur d'usage général.

** Par accord entre constructeur et utilisateur.

1) Les paramètres de TTR sont indiqués pour le premier pôle qui coupe, dans les tableaux appropriés.

2) Si un courant coupé minimal est spécifié, l'essai doit être fait à ce courant, plutôt qu'entre 0,2 et 0,4 fois I_{5b} .

TABLE VI

Test-duties for three phase tests on three-pole switches

Test-duty		Rated voltage	Test voltage ¹⁾ (+10%, -0%)	Test current (+10%, -0%)	Number of cycles or operations
No.	Type				
1*	100% mainly active load current	All	U	I_1	10
2a*	Closed loop-transmission circuit current	< 300 kV	$0.20 U$	I_{2a}	10
		≥ 300 kV	$0.15 U$		
2b*	Closed loop-parallel transformer circuit current	All	$0.15 U$	I_{2b}	10
3*	5% mainly active load current	All	U	$0.05 I_1$	20
4a*	Cable charging current	All	U	I_{4a}	10
				$0.2-0.4 I_{4a}$	10
4b*	Line charging current	All	U	I_{4b}	10
				$0.2-0.4 I_{4b}$	10
4c	Bus-bar charging current	All	**	**	**
4d	Single capacitor bank current	All	U	I_{4d}	10
				$0.2-0.4 I_{4d}$	10
4e	Back-to-back capacitor bank current	All	U	I_{4e}	10
				$0.2-0.4 I_{4e}$	10
5a	No-load transformer current	All	**	**	**
5b	Shunt reactor current	All	U	I_{5b}	10
				$0.2-0.4 I_{5b}$ ²⁾	10
6*	Short-circuit making current	All	U	I_{ma}	2 making operations
7a	Earth fault current	< 245 kV	U	I_{7a}	10
7b	Cable and line charging current under earth faults	< 245 kV	U	I_{7b}	10

* These test-duties required for a general purpose switch.

** By agreement between manufacturer and user.

¹⁾ TRV parameters are as shown in appropriate table for the first pole to clear.

²⁾ If a minimum breaking current is specified, then the test shall be performed at the minimum rating rather than at $0.2-0.4 I_{5b}$.

TABLEAU VIIA

Séquences d'essais pour les essais en monophasé des interrupteurs tripolaires ayant une non-simultanéité entre pôles inférieure ou égale à 0,5 période

Séquence d'essais		Tension assignée	Tension d'essai ¹⁾ (+10%, -0%)	Courant d'essai (+10%, -0%)	Nombre de cycles ou de manœuvres
N°	Type				
1*	Charge principalement active: 100%	<245 kV	$1,5 U/\sqrt{3}^{3)}$	I_1	10
		≥ 245 kV	$U/\sqrt{3}$	I_1	10
2a*	Boucle fermée, lignes de transport	<300 kV	$0,20 U/\sqrt{3}$	I_{2a}	10
		≥ 300 kV	$0,15 U/\sqrt{3}$		
2b*	Boucle fermée, transformateurs en parallèle	<245 kV	$1,5 (0,15) U/\sqrt{3}$	I_{2b}	10
		≥ 245 kV	$0,15 U/\sqrt{3}$	I_{2b}	10
3*	Charge principalement active: 5%	<245 kV	$1,5 U/\sqrt{3}^{3)}$	$0,05 I_1$	20
		≥ 245 kV	$U/\sqrt{3}$	$0,05 I_1$	20
4a* ²⁾	Câbles à vide	Toutes valeurs	$U/\sqrt{3}$	I_{4a}	12 ⁶⁾
				$0,2-0,4 I_{4a}$	12 ⁶⁾
4b* ²⁾	Lignes à vide	Toutes valeurs	$1,2 U/\sqrt{3}^{3)}$	I_{4b}	12 ⁶⁾
				$0,2-0,4 I_{4b}$	12 ⁶⁾
4c	Barres omnibus à vide	Toutes valeurs	**	**	**
4d ²⁾	Batterie unique de condensateurs	Toutes valeurs	3), 4)	I_{4d}	12 ⁶⁾
				$0,2-0,4 I_{4d}$	12 ⁶⁾
4e ²⁾	Batterie de condensateurs à gradins	Toutes valeurs	3), 4)	I_{4e}	12 ^{6),7)}
				$0,2-0,4 I_{4e}$	12 ⁶⁾
5a	Transformateur à vide	Toutes valeurs	**	**	**
5b	Bobines d'inductance shunt	<245 kV	$1,5 U/\sqrt{3}^{3)}$	I_{5b}	12 ⁶⁾
				$0,2-0,4 I_{5b}^{8)}$	12 ⁶⁾
		≥ 245 kV	$U/\sqrt{3}$	I_{5b}	12 ⁶⁾
				$0,2-0,4 I_{5b}^{8)}$	12 ⁶⁾
6* ⁵⁾	Fermeture sur court-circuit	Toutes valeurs	$U/\sqrt{3}$	I_{ma}	2 fermetures
7a	Défaut à la terre	<245 kV	$U/\sqrt{3}$	I_{7a}	10
7b	Câbles et lignes à vide en cas de défaut à la terre	<245 kV	U	I_{7b}	10

* Prescrit pour un interrupteur d'usage général.

** Par accord entre constructeur et utilisateur.

¹⁾ Les valeurs de TTR sont spécifiées dans les tableaux appropriés.

²⁾ Ces essais ne sont autorisés que pour les interrupteurs ayant une non-simultanéité entre pôles ne dépassant pas 0,25 période; dans les autres cas, les essais doivent être effectués suivant le tableau VIIB.

³⁾ La tension d'essai peut être réduite à $U/\sqrt{3}$ pour les manœuvres de fermeture (établissement).

⁴⁾ Il est recommandé, pour les tensions supérieures ou égales à 245 kV, de considérer seulement des réseaux à neutre à la terre et des batteries de condensateurs à neutre à la terre. Pour les réseaux de tension assignée inférieure, on peut envisager des réseaux à neutre isolé et/ou des batteries de condensateurs à neutre isolé. Le circuit d'essai doit être représentatif de l'application envisagée. La tension d'essai doit être égale au produit de $U/\sqrt{3}$ par le facteur suivant:

a) 1,0 pour des essais correspondant à des réseaux à neutre à la terre sans influence significative des phases adjacentes du circuit capacitif, par exemple: batteries de condensateurs avec neutre à la terre.

b) 1,4 pour des essais correspondant à la coupure dans des réseaux autres que ceux à neutre à la terre ou à la coupure du courant de batteries de condensateurs à neutre isolé.

⁵⁾ Seulement autorisé pour des interrupteurs ayant une non-simultanéité entre pôles à la fermeture inférieure ou égale à 0,5 période; dans les autres cas, les essais doivent être effectués suivant le tableau VIIB.

⁶⁾ Ouverture synchronisée avec séparation des contacts tous les 30 degrés électriques; si cela n'est pas possible, on doit effectuer 30 cycles de manœuvres non synchronisées.

⁷⁾ La fermeture doit survenir à moins de 15 degrés électriques de la valeur de crête de la tension appliquée au cours d'au moins trois manœuvres.

⁸⁾ Si un courant minimal est spécifié, l'essai doit être fait à cette valeur de courant, plutôt qu'entre 0,2 et 0,4 fois I_{5b} .

TABLE VIIA

*Test-duties for single phase tests on three-pole switches
with 0.5 cycle or less non-simultaneity*

Test-duty		Rated voltage	Test voltage ¹⁾ (+10%, -0%)	Test current (+10%, -0%)	Number of cycles or operations
No.	Type				
1*	100% mainly active load current	<245 kV	$1.5 U/\sqrt{3}^{3)}$	I_1	10
		≥ 245 kV	$U/\sqrt{3}$	I_1	10
2a*	Closed loop-transmission circuit current	<300 kV	$0.20 U/\sqrt{3}$	I_{2a}	10
		≥ 300 kV	$0.15 U/\sqrt{3}$		
2b*	Closed loop-parallel transformer circuit current	<245 kV	$1.5 (0.15) U/\sqrt{3}$	I_{2b}	10
		≥ 245 kV	$0.15 U/\sqrt{3}$	I_{2b}	10
3*	5% mainly active load current	<245 kV	$1.5 U/\sqrt{3}^{3)}$	$0.05 I_1$	20
		≥ 245 kV	$U/\sqrt{3}$	$0.05 I_1$	20
4a* ²⁾	Cable charging current	All	$U/\sqrt{3}$	I_{4a}	$12^{6)}$
				$0.2-0.4 I_{4a}$	$12^{6)}$
4b* ²⁾	Line charging current	All	$1.2 U/\sqrt{3}^{3)}$	I_{4b}	$12^{6)}$
				$0.2-0.4 I_{4b}$	$12^{6)}$
4c	Bus-bar charging current	All	**	**	**
4d ²⁾	Single capacitor bank current	All	^{3), 4)}	I_{4d}	$12^{6)}$
				$0.2-0.4 I_{4d}$	$12^{6)}$
4e ²⁾	Back-to-back capacitor bank current	All	^{3), 4)}	I_{4e}	$12^{6), 7)}$
				$0.2-0.4 I_{4e}$	$12^{6)}$
5a	No-load transformer current	All	**	**	**
5b	Shunt reactor current	<245 kV	$1.5 U/\sqrt{3}^{3)}$	I_{5b}	$12^{6)}$
				$0.2-0.4 I_{5b}^{8)}$	$12^{6)}$
		≥ 245 kV	$U/\sqrt{3}$	I_{5b}	$12^{6)}$
				$0.2-0.4 I_{5b}^{8)}$	$12^{6)}$
6* ⁵⁾	Short-circuit making current	All	$U/\sqrt{3}$	I_{ma}	2 making operations
7a	Earth fault current	<245 kV	$U/\sqrt{3}$	I_{7a}	10
7b	Cable and line charging current under earth faults	<245 kV	U	I_{7b}	10

* These test-duties required for a general purpose switch.

** By agreement between manufacturer and user.

¹⁾ TRV values are as specified in appropriate tables.

²⁾ These tests are allowed only for switches with 0.25 cycle or less non-simultaneity. Otherwise, tests shall be as specified in Table VII B.

³⁾ Test voltage can be reduced to $U/\sqrt{3}$ for making operations.

⁴⁾ It is recommended that only earthed neutral systems and earthed neutral capacitors be considered for rated voltages of 245 kV and above. For lower voltage systems, isolated neutral supply and/or isolated neutral capacitor banks are to be expected. The test circuit shall be representative of intended application. The test voltage shall equal the product of $U/\sqrt{3}$ and one of the following factors:

- 1.0 for tests corresponding to earthed neutral systems without significant mutual influence of adjacent phases of the capacitive circuit; for example, capacitor banks with earthed neutrals,
- 1.4 for tests corresponding to breaking in systems other than earthed neutral systems or breaking currents of capacitor banks with isolated neutrals.

⁵⁾ Only allowed for switches with less than 0.5 cycle-simultaneity during contact make. Otherwise, the test shall be as specified in Table VII B.

⁶⁾ Point-on-wave tripping to control contact parting at 30 electrical degree increment. If this is not possible, 30 random operations shall be used.

⁷⁾ At least three of the making operations shall take place within 15 electrical degrees of voltage peak.

⁸⁾ If a minimum breaking current is specified, then the test shall be performed at the minimum rating rather than at $0.2-0.4 I_{5b}$.

TABLEAU VIIB

Séquences d'essais pour les essais en monophasé des interrupteurs tripolaires ayant une non-simultanéité entre pôles supérieure à 0,5 période et des interrupteurs manœuvrés pôle après pôle¹⁾

Séquence d'essais		Tension assignée	Tension d'essai ²⁾ (+10%, -0%)	Courant d'essai (+10%, -0%)	Nombre de cycles ou de manœuvres
N°	Type				
1*	Charge principalement active: 100%	<245 kV ³⁾	$1,5 U/\sqrt{3}$	I_1	5
			$U^4)$	$0,87 I_1$	5
		≥ 245 kV	$U/\sqrt{3}$	I_1	10
2a*	Boucle fermée, lignes de transport	<300 kV	$0,20 U/\sqrt{3}$	I_{2a}	10
		≥ 300 kV	$0,15 U/\sqrt{3}$		
2b*	Boucle fermée, transformateurs en parallèle	<245 kV	$1,5 (0,15) U/\sqrt{3}$	I_{2b}	10
		≥ 245 kV	$0,15 U/\sqrt{3}$	I_{2b}	10
3*	Charge principalement active: 5%	<245 kV	$U^4)$	$0,05 I_1$	20
		≥ 245 kV	$U/\sqrt{3}$	$0,05 I_1$	20
4a*	Câbles à vide	Toutes valeurs	$U/\sqrt{3}$	I_{4a}	12 ⁸⁾
				$0,2-0,4 I_{4a}$	12 ⁸⁾
4b*	Lignes à vide	Toutes valeurs	5)	I_{4b}	12 ⁸⁾
				$0,2-0,4 I_{4b}$	12 ⁸⁾
4c	Barres omnibus à vide	Toutes valeurs	**	**	**
4d	Batterie unique de condensateurs	Toutes valeurs	6)	I_{4d}	12 ⁸⁾
				$0,2-0,4 I_{4d}$	12 ⁸⁾
4e	Batterie de condensateurs à gradins	Toutes valeurs	6)	I_{4e}	12 ^{8),9)}
				$0,2-0,4 I_{4e}$	12 ⁸⁾
5a	Transformateur à vide	Toutes valeurs	**	**	**
5b	Bobines d'inductance shunt	<245 kV ³⁾	$1,5 U/\sqrt{3}$	I_{5b}	12 ⁸⁾
			$U^4)$	$0,87 I_{5b}$	12 ⁸⁾
		≥ 245 kV	$U/\sqrt{3}$	$0,2-0,4 I_{5b}^{10)}$	12 ⁸⁾
				I_{5b}	12 ⁸⁾
6*	Fermeture sur court-circuit	Toutes valeurs ⁷⁾	U	$0,87 I_{ma}$	1 fermeture
			$1,5 U/\sqrt{3}$	I_{ma}	1 fermeture
7a	Défaut à la terre	<245 kV	$U/\sqrt{3}$	I_{7a}	10
7b	Câbles et lignes à vide en cas de défaut à la terre	<245 kV	U	I_{7b}	10

* Prescrit pour un interrupteur d'usage général.

** Par accord entre constructeur et utilisateur.

1) La non-simultanéité entre pôles est l'intervalle de temps maximal entre la séparation des contacts du premier pôle et la séparation des contacts du dernier pôle.

2) Les valeurs de TTR sont spécifiées dans les tableaux appropriés.

3) Deux séries d'essai sont nécessaires pour une évaluation complète. Cependant, une seule série d'essais à U au courant assigné est permise à condition que dix cycles soient effectués pour la séquence d'essais 1 et 12 cycles pour la séquence d'essais 5b. Les paramètres de la TTR sont spécifiés au renvoi⁴⁾.

4) Les valeurs de crête de la TTR sont 1,15 fois les valeurs indiquées dans les tableaux appropriés.

5) Pour des interrupteurs manœuvrés pôle après pôle, utiliser $1,2 U/\sqrt{3}$. Pour tous les autres, utiliser $1,4 U/\sqrt{3}$.

6) Il est recommandé, pour les tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV, de considérer seulement des réseaux à neutre à la terre et des batteries de condensateurs à neutre à la terre. Pour les réseaux de tension assignée inférieure, on peut envisager des

TABLE VIIB

*Test-duties for single phase tests on three-pole switches
with more than 0.5 cycle non-simultaneity and switches operated pole after pole¹⁾*

Test-duty		Rated voltage	Test voltage ²⁾ (+10%, -0%)	Test current (+10%, -0%)	Number of cycles or operations
No.	Type				
1*	100% mainly active load current	<245 kV ³⁾	$1.5 U/\sqrt{3}$	I_1	5
			$U^{4)}$	$0.87 I_1$	5
		≥ 245 kV	$U/\sqrt{3}$	I_1	10
2a*	Closed loop-transmission circuit current	<300 kV	$0.20 U/\sqrt{3}$	I_{2a}	10
		≥ 300 kV	$0.15 U/\sqrt{3}$		
2b*	Closed loop-parallel transformer circuit current	<245 kV	$1.5 (0.15) U/\sqrt{3}$	I_{2b}	10
		≥ 245 kV	$0.15 U/\sqrt{3}$	I_{2b}	10
3*	5% mainly active load current	<245 kV	$U^{4)}$	$0.05 I_1$	20
		≥ 245 kV	$U/\sqrt{3}$	$0.05 I_1$	20
4a*	Cable charging current	All	$U/\sqrt{3}$	I_{4a}	12 ⁸⁾
				$0.2-0.4 I_{4a}$	12 ⁸⁾
4b*	Line charging current	All	5)	I_{4b}	12 ⁸⁾
				$0.2-0.4 I_{4b}$	12 ⁸⁾
4c	Bus-bar charging current	All	**	**	**
4d	Single capacitor bank current	All	6)	I_{4d}	12 ⁸⁾
				$0.2-0.4 I_{4d}$	12 ⁸⁾
4e	Back-to-back capacitor bank current	All	6)	I_{4e}	12 ^{8),9)}
				$0.2-0.4 I_{4e}$	12 ⁸⁾
5a	No-load transformer current	All	**	**	**
5b	Shunt reactor current	<245 kV ³⁾	$1.5 U/\sqrt{3}$	I_{5b}	12 ⁸⁾
			$U^{4)}$	$0.87 I_{5b}$	12 ⁸⁾
		≥ 245 kV	$U/\sqrt{3}$	$0.2-0.4 I_{5b}^{10)}$	12 ⁸⁾
				I_{5b}	12 ⁸⁾
6*	Short-circuit making current	All ⁷⁾	U	$0.87 I_{ma}$	1 making operation
			$1.5 U/\sqrt{3}$	I_{ma}	1 making operation
7a	Earth fault current	<245 kV	$U/\sqrt{3}$	I_{7a}	10
7b	Cable and line charging current under earth faults	<245 kV	U	I_{7b}	10

* These test-duties required for a general purpose switch.

** By agreement between manufacturer and user.

1) Pole non-simultaneity is the maximum time between the instant contact separation of the first pole and last pole.

2) TRV values are as specified in appropriate tables.

3) Two test series are necessary for complete evaluation. However, one test series at U at rated current is allowed as long as a total of ten operations is performed for test-duty 1 and 12 operations are performed for test-duty 5b. The TRV parameters shall be as specified in Item 4).

4) The peak TRV values shall be 1.15 times the values shown in the appropriate tables.

5) For switches operated pole after pole, use $1.2 U/\sqrt{3}$. For all others, use $1.4 U/\sqrt{3}$.

6) It is recommended that only earthed neutral systems and earthed neutral capacitors be considered for rated voltages of 245 kV and above. For lower voltage systems, isolated neutral supplies and/or isolated neutral capacitor banks are to be expected. The

réseaux à neutre isolé et/ou des batteries de condensateurs à neutre isolé. Le circuit d'essai doit être représentatif de l'application envisagée. La tension d'essai doit être égale au produit de $U/\sqrt{3}$ par le facteur suivant:

- a) 1,0 pour des essais correspondant à des réseaux à neutre à la terre sans influence significative des phases adjacentes du circuit capacitif, par exemple: batteries de condensateurs à neutre à la terre;
 - b) 1,75 pour les interrupteurs manœuvrés pôle après pôle pour des essais correspondant à la coupure dans des réseaux autres que ceux à neutre à la terre ou à la coupure de batteries de condensateurs à neutre isolé.
 - c) 2,0 pour des essais correspondant à la coupure dans des réseaux autres que ceux à neutre à la terre ou à la coupure de batteries de condensateurs à neutre isolé. On peut utiliser des valeurs plus faibles par accord entre constructeur et utilisateur en tenant compte de la valeur particulière de non-simultanéité entre pôles.
- 7) Pour les interrupteurs manœuvrés pôle après pôle, deux essais sont nécessaires, mais la tension d'essai à $1,0 I_{ma}$ doit être $U/\sqrt{3}$.
- 8) Ouverture synchronisée avec séparation tous les 30 degrés électriques; si cela n'est pas possible, on effectue 30 cycles de manœuvres non synchronisées.
- 9) La fermeture doit survenir à moins de 15 degrés électriques de la valeur de crête de la tension appliquée au cours d'au moins trois manœuvres.
- 10) Si un courant minimal est spécifié, l'essai doit être fait à cette valeur de courant, plutôt qu'entre 0,2 et 0,4 fois I_{5p} .

TABLEAU VIII

Prescriptions de tension de rétablissement pour les essais de coupure de courant capacitif en monophasé

Tension de rétablissement ^{1), 2)}		Paramètres temps ¹⁾		
U_c	$U_a^{4)}$	$t_a^{4)}$	t_2 ms	
			50 Hz	60 Hz
$\geq 1,95$	$\leq 0,07$	$\geq t_1$ ou $t_3^{3)}$	$\leq 8,7$	$\leq 7,3$

1) Valeurs montrées sur la figure 7.

2) Valeurs en pour un de la valeur de crête de la tension d'essai.

3) t_1 ou t_3 des tableaux II A, B, C, D et E de la Publication 56 de la CEI.

4) La partie initiale de la tension transitoire de rétablissement doit rester en dessous de la droite définie par l'origine et le point de coordonnées U_a, t_a comme indiqué sur la figure 7.

manufacturer shall select the test circuit to be representative of intended application. The test voltage shall equal the product of $U\sqrt{3}$ and one of the following factors:

- a) 1.0 for tests corresponding to earthed neutral systems without significant mutual influence of adjacent phases of the capacitive circuit; for example, capacitor banks with earthed neutrals;
 - b) 1.75 for switches operated pole after pole for tests corresponding to breaking in systems other than earthed neutral systems, or breaking of currents of capacitor banks with isolated neutrals.
 - c) 2.0 for three-pole switches for tests corresponding to breaking in systems other than earthed neutral systems or breaking of currents of capacitor banks with isolated neutrals. Lower values may be used by agreement between manufacturer and user depending upon non-simultaneity of the particular switch.
- 7) For switches operated pole after pole, two tests are required but the test voltage at $1.0 I_{ma}$ shall be $U/\sqrt{3}$.
 - 8) Point-on-wave tripping to control contact parting at 30 electrical degree increments. If this is not possible, 30 random operations shall be used.
 - 9) At least three of the making operations shall take place within 15 electrical degrees of voltage peak.
 - 10) If a minimum breaking current is specified, then the test shall be performed at the minimum rating rather than at $0.2-0.4 I_{sb}$.

TABLE VIII

Recovery voltage requirements for single-phase capacitive current breaking tests

Recovery voltage ^{1), 2)}		Time coordinates ¹⁾		
U_c	U_a ⁴⁾	t_a ⁴⁾	t_2 ms	
			50 Hz	60 Hz
≥ 1.95	≤ 0.07	$\geq t_1$ or t_3 ³⁾	≤ 8.7	≤ 7.3

1) Values are shown in Figure 7.

2) Values are per-unit with respect to the peak value of the test voltage.

3) t_1 or t_3 in Table II A, B, C, D and E of IEC Publication 56.

4) The initial part of the prospective TRV shall be below a line defined by the origin and by U_a and t_a as shown in Figure 7.

TABLEAU IX

Valeurs suggérées des surtensions de manœuvre maximales admissibles lors de l'interruption de courants capacitifs et de courants inductifs

Tension assignée \bar{U} (kV eff.)	Tension assignée de tenue aux chocs de foudre (kV crête)	Surtensions maximales de manœuvre permises par rapport à la terre			
		A		B	
		(kV crête)	P. U. de colonne (1) fois $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$	(kV crête)	P. U. de colonne (1) fois $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
52	250	149	3,5	106	2,5
72,5	325	207	3,5	148	2,5
100	380	246	3	204	2,5
	450	286	3,5	204	2,5
123	450	302	3	251	2,5
	550	352	3,5	251	2,5
145	550	356	3	297	2,5
	650	415	3,5	297	2,5
170	650	417	3	348	2,5
	750	487	3,5	348	2,5
245	850	540	2,7	400	2
	950	600	3	400	2
	1 050	600	3	400	2
300	950	637	2,6	490	2
	1 050	735	3	490	2
362	1 050	710	2,4	592	2
	1 175	800	2,7	592	2
420	1 300	790	2,3	688	2
	1 425	895	2,6	688	2
525	1 425	900	2,1	858	2
	1 550	985	2,3	858	2
765	1 800	1 125	1,8	1 125	1,8
	2 100	1 250	2	1 250	2

Notes 1. - La limitation des surtensions de manœuvre maximales à ces valeurs ne peut garantir l'absence d'amorçage entre phases.

2. - Les valeurs des colonnes A s'appliquent à des interrupteurs d'usage général, destinés à la manœuvre des circuits capacitifs et inductifs, le plus généralement utilisés dans les réseaux.
Les valeurs des colonnes B s'appliquent à des interrupteurs d'usage spécial prévus pour la manœuvre de circuits capacitifs et inductifs dans des réseaux où existent des problèmes spéciaux de coordination de l'isolement tels que, par exemple, la limitation de l'énergie absorbée par les parafoudres, l'amorçage d'éclateurs, etc.
3. - Pour les tensions assignées égales ou supérieures à 245 kV, seuls sont considérés les réseaux et les batteries de condensateurs ou les bobines d'inductance à neutre à la terre pour l'application des valeurs des colonnes B.

TABLE IX

*Suggested maximum permissible switching overvoltages
when switching capacitive and inductive currents*

Rated voltage <i>U</i> (kV r.m.s.)	Rated lightning impulse withstand voltage (kV peak)	Maximum permissible switching overvoltages to earth			
		A		B	
		(kV peak)	P. U. of column (1) times $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$	(kV peak)	P. U. of column (1) times $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
52	250	149	3.5	106	2.5
72.5	325	207	3.5	148	2.5
100	380	246	3	204	2.5
	450	286	3.5	204	2.5
123	450	302	3	251	2.5
	550	352	3.5	251	2.5
145	550	356	3	297	2.5
	650	415	3.5	297	2.5
170	650	417	3	348	2.5
	750	487	3.5	348	2.5
245	850	540	2.7	400	2
	950	600	3	400	2
	1 050	600	3	400	2
300	950	637	2.6	490	2
	1 050	735	3	490	2
362	1 050	710	2.4	592	2
	1 175	800	2.7	592	2
420	1 300	790	2.3	688	2
	1 425	895	2.6	688	2
525	1 425	900	2.1	858	2
	1 550	985	2.3	858	2
765	1 800	1 125	1.8	1 125	1.8
	2 100	1 250	2	1 250	2

Notes 1. - Limitation of the maximum switching overvoltage to these values cannot guarantee that phase-to-phase flashovers will not occur.

2. - The values of columns A apply to general purpose switches intended for switching capacitive and inductive circuits most generally used in power systems.

The values of columns B apply to special purpose switches intended for switching capacitive and inductive circuits in power systems where there are special insulation co-ordination problems such as, for instance, limitation of energy absorption by surge diverters, spark-over of spark-gaps, etc.

3. - At 245 kV and above, only earthed neutral systems and capacitor banks or shunt reactors with earthed neutrals are considered for the application of the values of columns B.

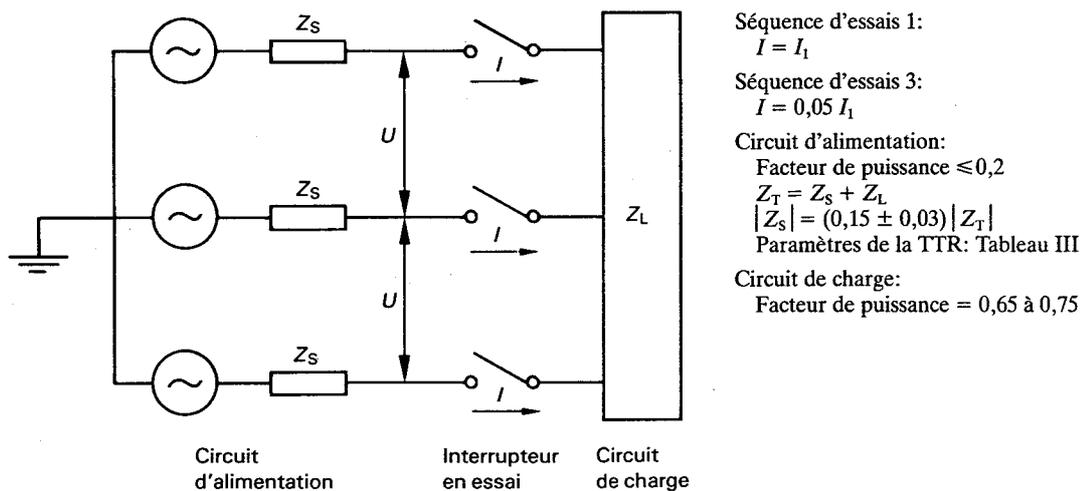


FIG. 1a. - Circuit général.

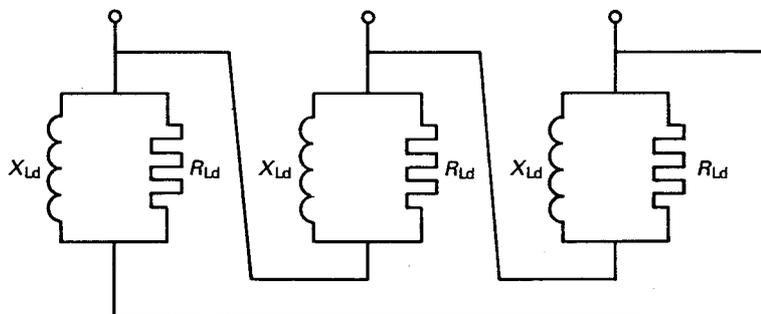


FIG. 1b. - Couplage de la charge en triangle.

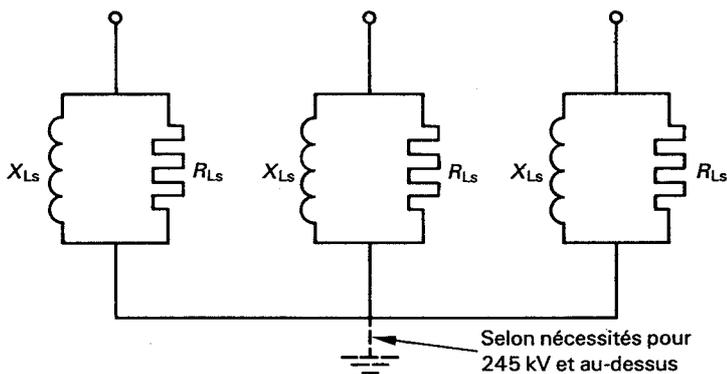


FIG. 1c. - Couplage de la charge en étoile.

FIG. 1. - Circuit triphasé pour les essais d'établissement et de coupure de courants de charge principalement active, séquences d'essais 1 et 3.

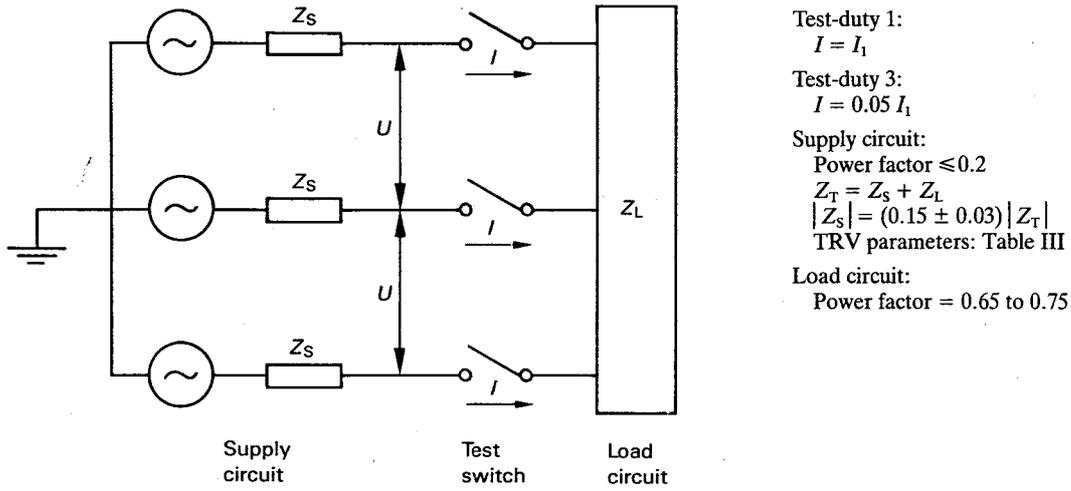


FIG. 1a. - General circuit.

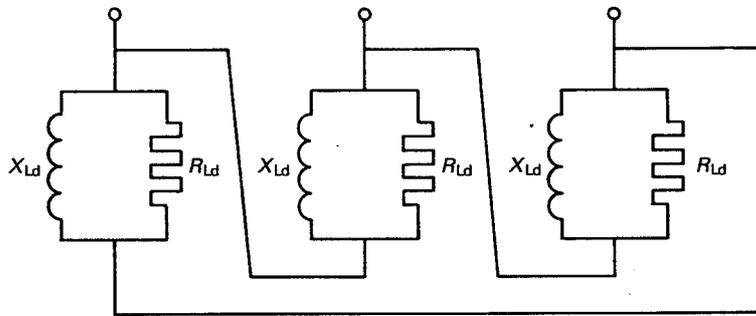


FIG. 1b. - Delta load connection.

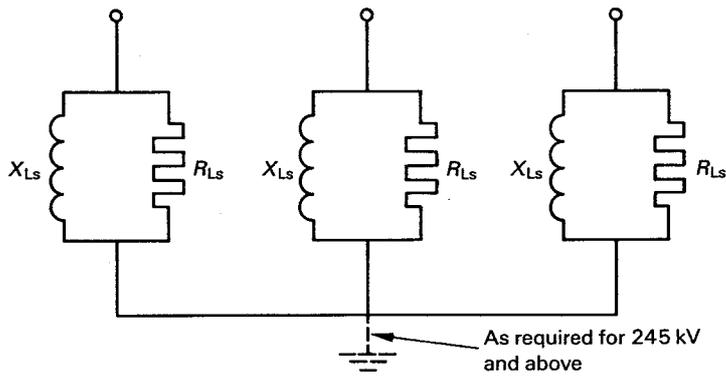
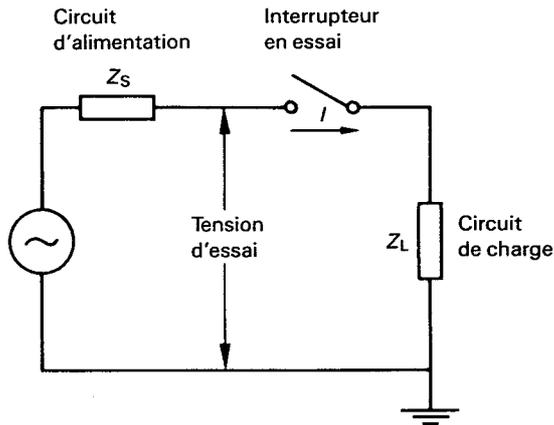


FIG. 1c. - Star load connection.

FIG. 1. - Three-phase test circuit for mainly active load current switching, for test-duties 1 and 3.



Tension et courant d'essai définis aux tableaux VIIA et VIIB

Circuit d'alimentation:
Facteur de puissance $\leq 0,2$

$$Z_T = Z_S + Z_L$$

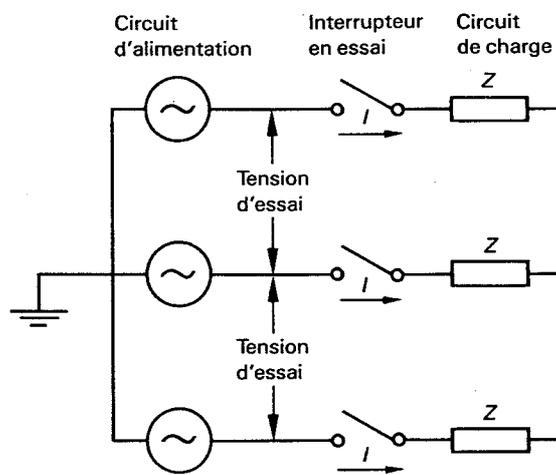
$$|Z_S| = (0,15 \pm 0,03) |Z_T|$$

Paramètres de la TTR: tableaux III, VIIA et VIIB

Circuit de charge:

Facteur de puissance = 0,65 à 0,75

FIG. 2. - Circuit monophasé pour les essais d'établissement et de coupure de courants de charge principalement active, séquences d'essais 1 et 3.



Séquence d'essais 2a - Boucle fermée de lignes de transport:

Tension d'essai = $0,20 U$ en dessous de 300 kV

Tension d'essai = $0,15 U$ pour 300 kV et plus

Courant d'essai = I_{2a}

Facteur de puissance $\leq 0,3$

Paramètres de TTR: tableau IV A

Séquence d'essais 2b - Transformateurs en parallèle:

Tension d'essai = $0,15 U$

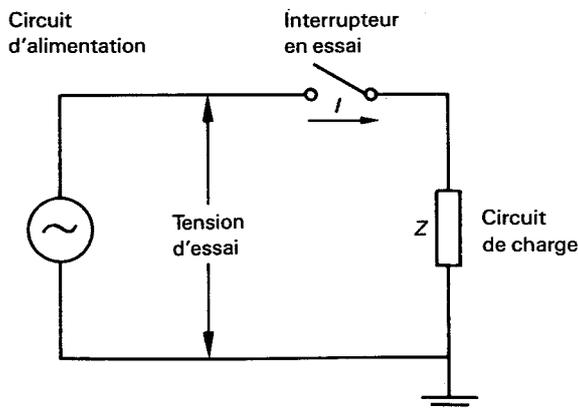
Courant d'essai = I_{2b}

Facteur de puissance $\leq 0,2$

Paramètres de TTR: tableau IV B

Terre pour la séquence 2a -
Terre pour la séquence 2b,
pour 245 kV et au-dessus

FIG. 3. - Circuit triphasé pour les essais d'établissement et de coupure de courants de boucle fermée de lignes de transport et de transformateurs en parallèle, séquences d'essais 2a et 2b.



Séquence d'essais 2a - Boucle fermée de lignes de transport:

Tension et courant d'essai, et paramètres de TTR définis aux tableaux IV A, VIIA et VIIB

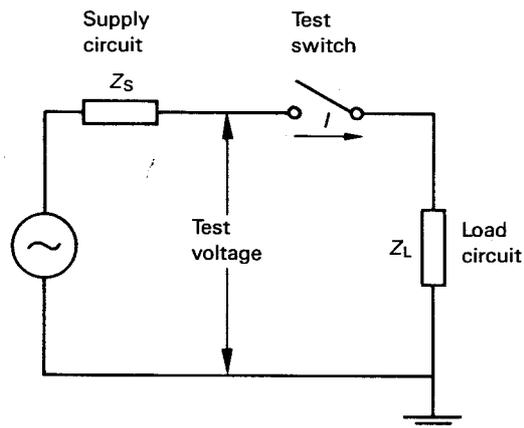
Facteur de puissance $\leq 0,3$

Séquence d'essais 2b - Transformateurs en parallèle:

Tension et courant d'essai, et paramètres de TTR définis aux tableaux IV B, VIIA et VIIB

Facteur de puissance $\leq 0,2$

FIG. 4. - Circuit monophasé pour les essais d'établissement et de coupure de courants de boucle fermée de lignes de transport et de transformateurs en parallèle, séquences d'essais 2a et 2b.



Test voltage and current defined in Table VIIA and VIIB

Supply circuit:

Power factor ≤ 0.2

$$Z_T = Z_S + Z_L$$

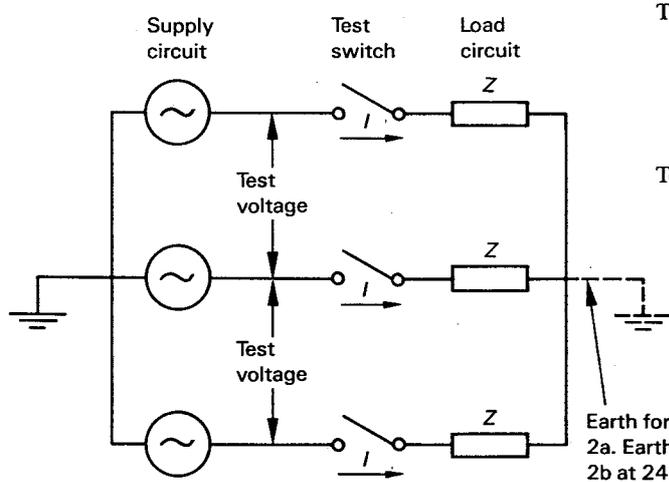
$$|Z_S| = (0.15 \pm 0.03) |Z_T|$$

TRV parameters: Tables III, VIIA and VIIB

Load circuit:

Power factor = 0.65 to 0.75

FIG. 2. - Single-phase test circuit for mainly active load current switching for test-duties 1 and 3.



Test-duty 2a - Transmission circuit:

Test voltage = 0.20 U for rated voltages below 300 kV

Test voltage = 0.15 U for rated voltages 300 kV and above

Test current = I_{2a}

Power factor ≤ 0.3

TRV parameters: Table IVA

Test-duty 2b - Parallel-transformer circuit:

Test voltage = 0.15 U

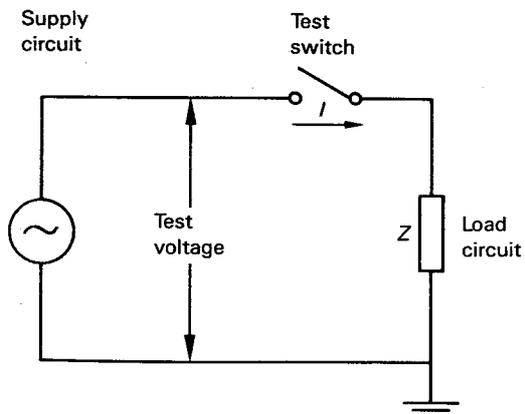
Test current = I_{2b}

Power factor ≤ 0.2

TRV parameters: Table IVB

Earth for test-duty
2a. Earth for test-duty
2b at 245 kV and above

FIG. 3. - Three-phase test circuit for transmission line closed loop and parallel-transformer current switching test for test-duties 2a and 2b.



Test-duty 2a - Transmission line closed loop circuit:

Test voltage, current and TRV parameters defined in

Tables IVA, VIIA and VIIB

Power factor ≤ 0.3

Test-duty 2b - Parallel-transformer circuit:

Test voltage, current and TRV parameters defined in

Tables IVB, VIIA and VIIB

Power factor ≤ 0.2

FIG. 4. - Single-phase test circuit for transmission line closed loop and parallel-transformer current switching test, for test-duties 2a and 2b.

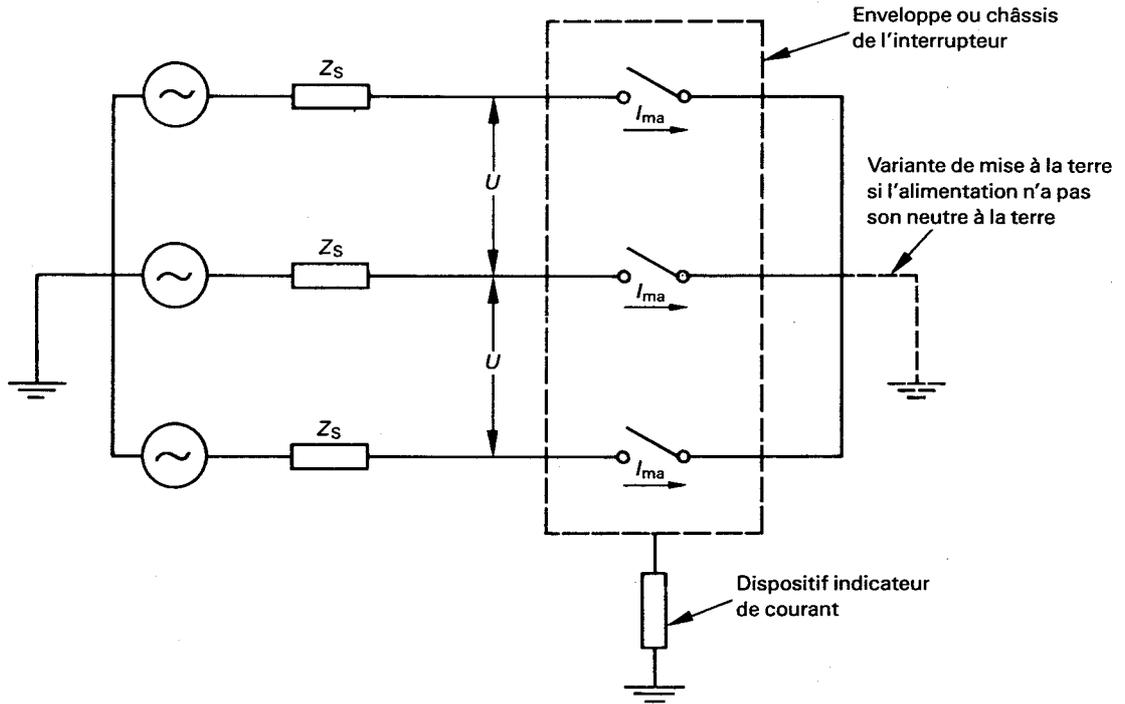


FIG. 5. — Circuit triphasé pour les essais d'établissement de courants de court-circuit, séquence d'essais 6.

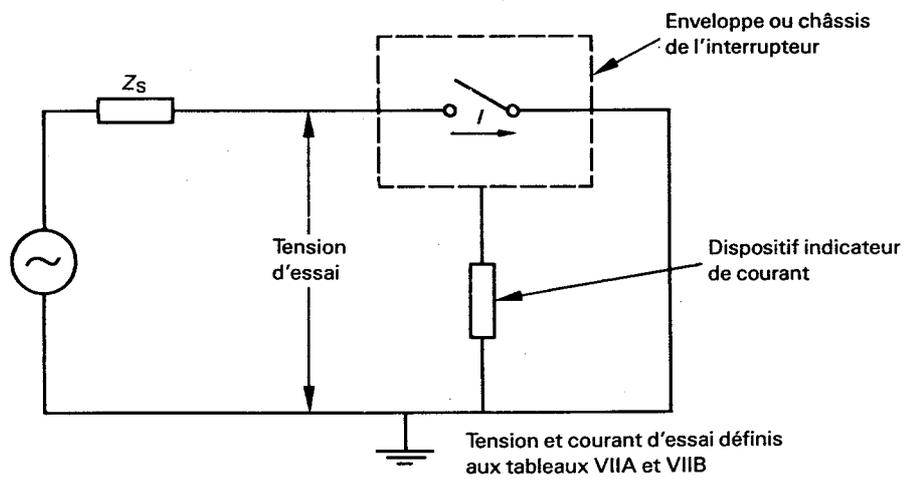


FIG. 6. — Circuit monophasé pour les essais d'établissement de courants de court-circuit, séquence d'essais 6.

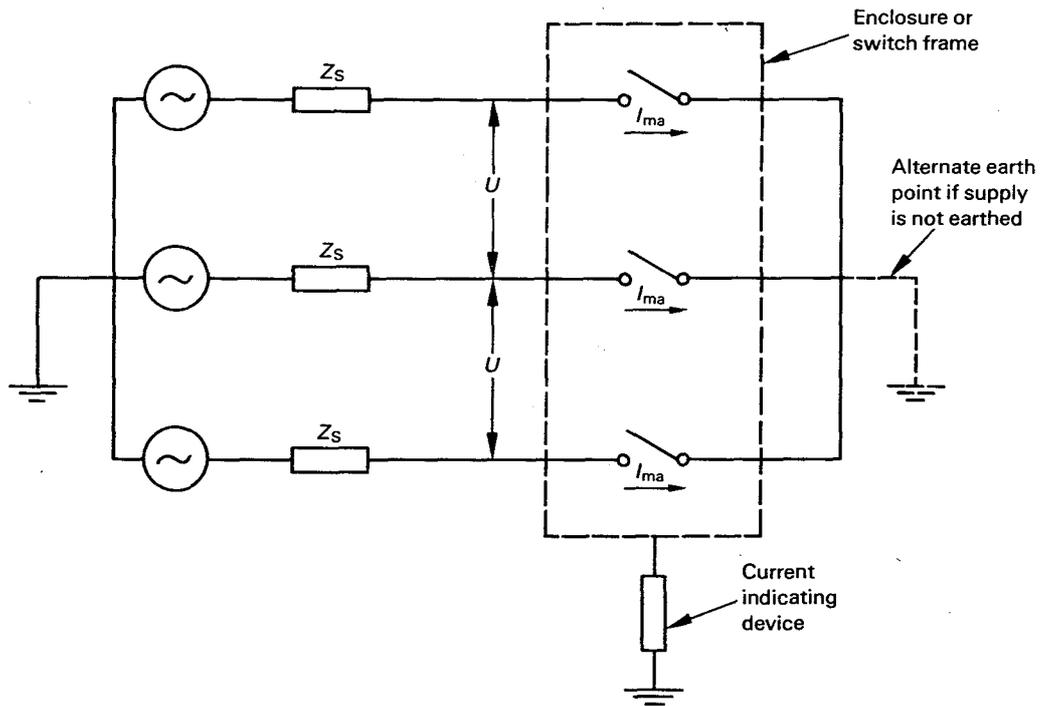


FIG. 5. - Three-phase test circuit for short circuit making current test for test-duty 6.

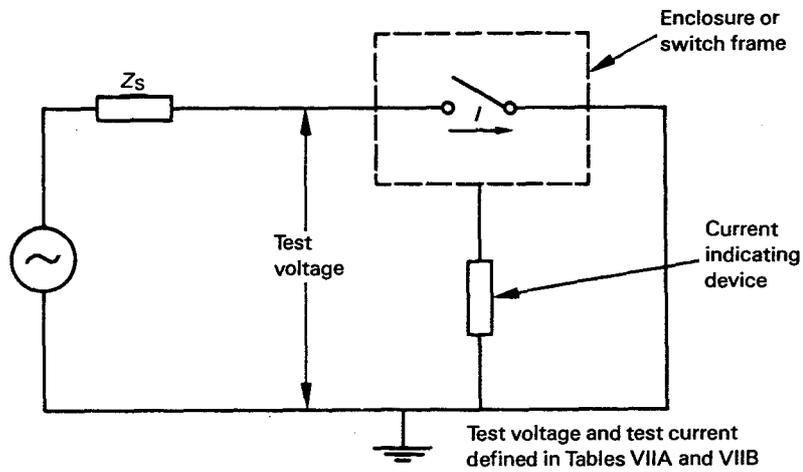


FIG. 6. - Single-phase test circuit for short circuit making current test, for test-duty 6.

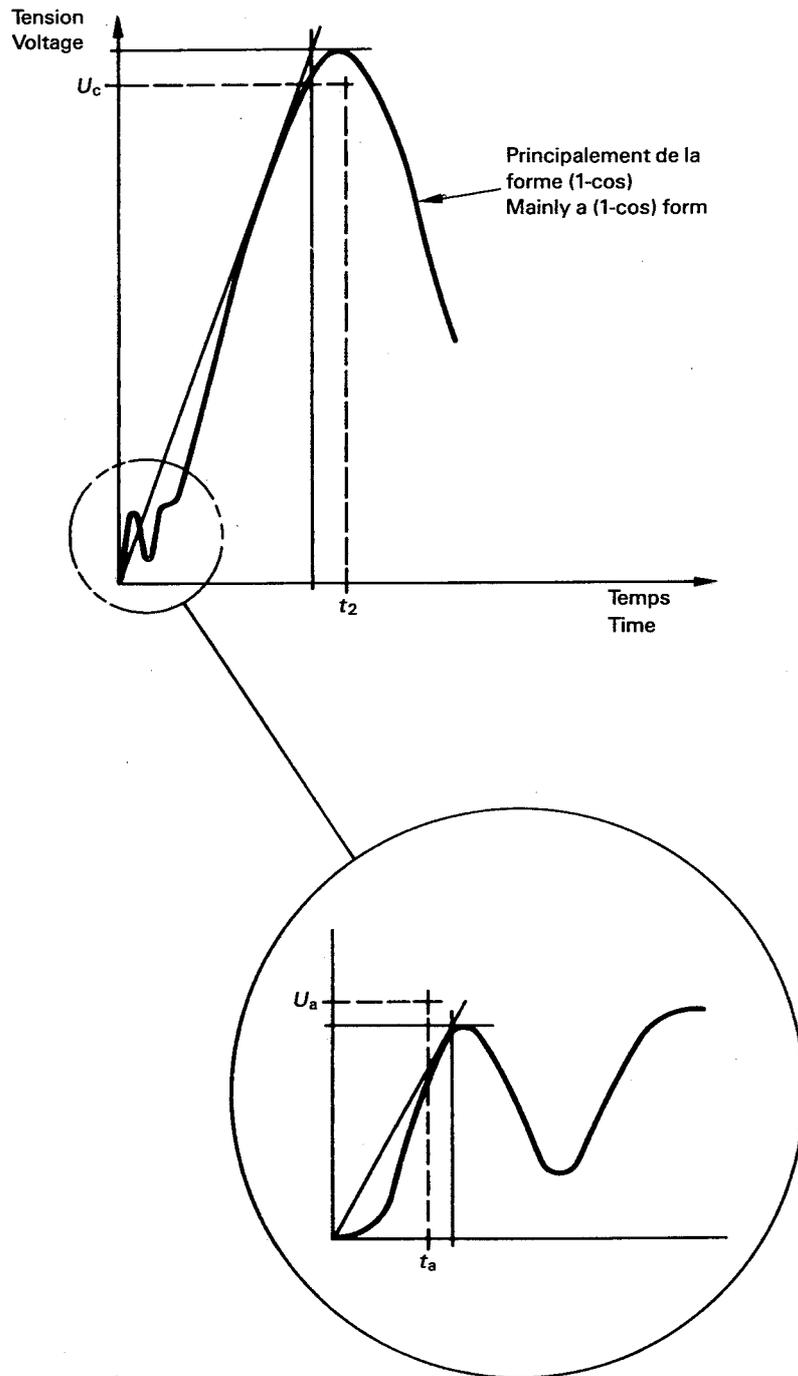


FIG. 7. — Tension de rétablissement pour les essais de coupure de courants capacitifs.
Recovery voltage for capacitive current breaking tests.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ICS 29.120.40
