

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62271-100

Première édition
First edition
2001-05

Appareillage à haute tension –

**Partie 100:
Disjoncteurs à courant alternatif
à haute tension**

High-voltage switchgear and controlgear –

**Part 100:
High-voltage alternating-current
circuit-breakers**

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/db/bf1082-ecba-4bce-960e-08ae8692233a/iec-62271-100-2001>



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62271-100:2001

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI (www.iec.ch)**
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site (www.iec.ch)**
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

62271-100

Première édition
First edition
2001-05

Appareillage à haute tension –

**Partie 100:
Disjoncteurs à courant alternatif
à haute tension**

High-voltage switchgear and controlgear –

**Part 100:
High-voltage alternating-current
circuit-breakers**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés – Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE XH

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	16
1 Généralités	20
1.1 Domaine d'application	20
1.2 Références normatives	20
2 Conditions normales et spéciales de service	24
3 Définitions	24
3.1 Termes généraux	24
3.2 Ensembles	30
3.3 Parties d'ensembles	30
3.4 Appareils de connexion	30
3.5 Partie de disjoncteur	34
3.6 Fonctionnement	38
3.7 Grandeurs caractéristiques	42
3.8 Index des définitions	54
4 Caractéristiques assignées	62
4.1 Tension assignée (U_r)	64
4.2 Niveau d'isolement assigné	64
4.3 Fréquence assignée (f_r)	64
4.4 Courant assigné en service continu (I_r) et échauffement	66
4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)	66
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)	66
4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)	66
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture, des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	66
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	66
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour l'isolement, la manoeuvre et/ou la coupure	66
5 Conception et construction	102
5.1 Prescriptions pour les liquides utilisés dans les disjoncteurs	102
5.2 Prescriptions pour les gaz utilisés dans les disjoncteurs	102
5.3 Raccordement à la terre des disjoncteurs	102
5.4 Equipements auxiliaires	102
5.5 Fermeture dépendante à source d'énergie extérieure	104
5.6 Fermeture à accumulation d'énergie	104
5.7 Manoeuvre manuelle indépendante	106
5.8 Fonctionnement des déclencheurs	106
5.9 Verrouillages à basse et à haute pression	108
5.10 Plaques signalétiques	108
5.11 Verrouillages	112
5.12 Indicateur de position	112
5.13 Degrés de protection procurés par les enveloppes	112

CONTENTS

FOREWORD	17
1 General	21
1.1 Scope	21
1.2 Normative references	21
2 Normal and special service conditions	25
3 Definitions	25
3.1 General terms	25
3.2 Assemblies	31
3.3 Parts of assemblies	31
3.4 Switching devices	31
3.5 Parts of circuit-breakers	35
3.6 Operation	39
3.7 Characteristic quantities	43
3.8 Index of definitions	55
4 Ratings	63
4.1 Rated voltage (U_r)	65
4.2 Rated insulation level	65
4.3 Rated frequency (f_r)	65
4.4 Rated normal current (I_r) and temperature rise	67
4.5 Rated short-time withstand current (I_k)	67
4.6 Rated peak withstand current (I_p)	67
4.7 Rated duration of short circuit (t_k)	67
4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and of auxiliary and control circuits (U_a)	67
4.9 Rated supply frequency of closing and opening devices and auxiliary circuits	67
4.10 Rated pressures of compressed gas supply for insulation, operation and/or interruption	67
5 Design and construction	103
5.1 Requirements for liquids in circuit-breakers	103
5.2 Requirements for gases in circuit-breakers	103
5.3 Earthing of circuit-breakers	103
5.4 Auxiliary equipment	103
5.5 Dependent power closing	105
5.6 Stored energy closing	105
5.7 Independent manual operation	107
5.8 Operation of releases	107
5.9 Low- and high-pressure interlocking devices	109
5.10 Nameplates	109
5.11 Interlocking devices	113
5.12 Position indication	113
5.13 Degrees of protection by enclosures	113

5.14	Lignes de fuite.....	112
5.15	Étanchéité au gaz et au vide	112
5.16	Étanchéité au liquide	112
5.17	Ininflammabilité	112
5.18	Compatibilité électromagnétique.....	112
6	Essais de type	116
6.1	Généralités.....	120
6.2	Essais diélectriques.....	120
6.3	Essais de tension de perturbation radioélectrique.....	126
6.4	Mesurage de la résistance du circuit principal	126
6.5	Essais d'échauffement.....	126
6.6	Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible	128
6.7	Vérification du degré de protection	130
6.8	Essais d'étanchéité	130
6.9	Essais de compatibilité électromagnétique	130
6.101	Essais mécaniques et climatiques	130
6.102	Dispositions diverses pour les essais d'établissement et de coupure.....	154
6.103	Circuits d'essais pour les essais d'établissement et de coupure en court-circuit	194
6.104	Caractéristiques pour les essais de court-circuit.....	196
6.105	Procédure d'essai en court-circuit.....	220
6.106	Séquences d'essais de court-circuit fondamentales	224
6.107	Essais au courant critique.....	234
6.108	Essais de défaut monophasé ou de double défaut à la terre	234
6.109	Essais de défaut proche en ligne.....	238
6.110	Essais d'établissement et de coupure en discordance de phases	246
6.111	Essais d'établissement et de coupure de courants capacitifs	248
6.112	Exigences spéciales pour les essais de coupure et de fermeture des disjoncteurs de classe E2	276
7	Essais individuels	278
7.1	Essais diélectriques du circuit principal	278
7.2	Essais diélectriques des circuits auxiliaires et de commande.....	280
7.3	Mesurage de la résistance du circuit principal	280
7.4	Essai d'étanchéité	280
7.5	Contrôles visuels et du modèle.....	280
8	Guide pour le choix des disjoncteurs selon le service	284
9	Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes	302
10	Règles pour le transport, le stockage, l'installation, la manœuvre et la maintenance.....	308
10.1	Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation.....	308
10.2	Installation.....	308
10.3	Fonctionnement.....	320
10.4	Maintenance.....	322
11	Sécurité.....	322
	Annex A (normative) Calcul des tensions transitoires de rétablissement pour les défauts proches en ligne à partir des caractéristiques assignées.....	428
	Annex B (normative) Tolérances sur les paramètres d'essais lors des essais de type	444
	Annex C (normative) Enregistrement et comptes rendus des essais de type	458
	Annex D (normative) Détermination du facteur de puissance d'un court-circuit.....	466

5.14	Creepage distances	113
5.15	Gas and vacuum tightness	113
5.16	Liquid tightness	113
5.17	Flammability	113
5.18	Electromagnetic compatibility	113
6	Type tests.....	117
6.1	General	121
6.2	Dielectric tests.....	121
6.3	Radio interference voltage (r.i.v.) tests	127
6.4	Measurement of the resistance of the main circuit	127
6.5	Temperature-rise tests	127
6.6	Short-time withstand current and peak withstand current tests.....	129
6.7	Verification of the degree of protection	131
6.8	Tightness tests	131
6.9	Electromagnetic compatibility (EMC) tests.....	131
6.101	Mechanical and environmental tests	131
6.102	Miscellaneous provisions for making and breaking tests.....	155
6.103	Test circuits for short-circuit making and breaking tests	195
6.104	Short-circuit test quantities	197
6.105	Short-circuit test procedure.....	221
6.106	Basic short-circuit test-duties.....	225
6.107	Critical current tests.....	235
6.108	Single-phase and double-earth fault tests	235
6.109	Short-line fault tests.....	239
6.110	Out-of-phase making and breaking tests.....	247
6.111	Capacitive current switching tests.....	249
6.112	Special requirements for making and breaking tests on class E2 circuit-breakers.....	277
7	Routine tests.....	279
7.1	Dielectric test on the main circuit.....	279
7.2	Dielectric test on auxiliary and control circuits	281
7.3	Measurement of the resistance of the main circuit	281
7.4	Tightness test.....	281
7.5	Design and visual checks	281
8	Guide to the selection of circuit-breakers for service.....	285
9	Information to be given with enquiries, tenders and orders	303
10	Rules for transport, storage, installation, operation and maintenance	309
10.1	Conditions during transport, storage and installation.....	309
10.2	Installation.....	309
10.3	Operation	321
10.4	Maintenance.....	323
11	Safety.....	323
	Annex A (normative) Calculation of transient recovery voltages for short-line faults from rated characteristics.....	429
	Annex B (normative) Tolerances on test quantities during type tests.....	445
	Annex C (normative) Records and reports of type tests.....	459
	Annex D (normative) Determination of short-circuit power factor	467

Annex E (normative) Méthode de tracé de l'enveloppe de la tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit et détermination des paramètres représentatifs	470
Annex F (normative) Méthodes de détermination des ondes de la tension transitoire de rétablissement présumée	478
Annex G (normative) Raison d'être de l'introduction de disjoncteurs de classe E2.....	512
Annex H (informative) Courants d'appel des batteries de condensateurs simples et à gradins	514
Annex I (informative) Notes explicatives.....	524
Annex J (informative) Tolérances sur le courant d'essai et la longueur de ligne en essai de défaut proche en ligne	558
Annex K (informative) Liste des symboles et abréviations utilisés dans cette norme	562
Figure 1 – Oscillogramme type d'un cycle d'établissement-coupeure en court-circuit triphasé.....	324
Figure 2 – Disjoncteur sans résistances intercalaires. Manoeuvres d'ouverture et de fermeture	328
Figure 3 – Disjoncteur sans résistance intercalaire – Cycle de fermeture-ouverture	330
Figure 4 – Disjoncteur sans résistance intercalaire – Refermeture (refermeture automatique).....	332
Figure 5 – Disjoncteur avec résistances intercalaires. Manoeuvres d'ouverture et de fermeture	334
Figure 7 – Disjoncteur avec résistances intercalaires – Refermeture (refermeture automatique).....	338
Figure 8 – Détermination des courants de court-circuit établi et coupé et du pourcentage de la composante apériodique	340
Figure 9 – Pourcentage de la composant apériodique en fonction de l'intervalle de temps ($T_{op} + T_r$) pour la constant de temps normale τ_1 et pour les constantes de temps τ_2 , τ_3 et τ_4 . des applications particulières	342
Figure 10 – Représentation d'une TTR spécifiée par un tracé de référence à quatre paramètres et par un segment de droite définissant un retard	344
Figure 11 – Représentation d'une TTR spécifiée par un tracé de référence à deux paramètres et par un segment de droite définissant un retard	346
Figure 12a – Circuit de base pour le défaut aux bornes avec TTRI.....	348
Figure 12b – Représentation de la TTRI et de son influence sur la TTR	348
Figure 13 – Représentation d'un court-circuit triphasé.....	350
Figure 14 – Représentation équivalente à la figure 13.....	352
Figure 15 – Circuit de base de défaut proche en ligne.....	354
Figure 16 – Exemple d'une tension transitoire côté ligne avec un retard et une crête arrondie la montrant construction à effectuer pour obtenir les valeurs u^*_L , t_L et t_{dL}	354
Figure 17 – Séquences d'essais pour les essais à basse et à haute température.....	356
Figure 18 – Essai à l'humidité	358
Figure 19 – Efforts statiques sur les borne	360
Figure 20 – Directions pour les essais d'efforts statiques sur les bornes	362
Figure 21 – Nombre permis de spécimens pour les essais d'établissement et de coupeure, illustration des spécifications de 6.102.2	364
Figure 22 – Définition d'un essai conformément à 3.2.2 de la CEI 60694	366
Figure 23a – Caractéristique de déplacement mécanique de référence (courbe idéalisée)	368
Figure 23b – Caractéristique de déplacement mécanique de référence (courbe idéalisée) avec l'enveloppe prescrite centrée autour de la courbe de référence (+5 %, -5 %), dans cet exemple la séparation des contacts à lieu à $t = 20$ ms	368

Annex E (normative) Method of drawing the envelope of the prospective transient recovery voltage of a circuit and determining the representative parameters	471
Annex F (normative) Methods of determining prospective transient recovery voltage waves	479
Annex G (normative) Rationale behind introduction of circuit-breakers class E2.....	513
Annex H (informative) Inrush currents of single and back-to-back capacitor banks.....	515
Annex I (informative) Explanatory notes.....	525
Annex J (informative) Test current and line length tolerances for short-line fault testing.....	559
Annex K (informative) List of symbols and abbreviations used in IEC 62271-100	563
Figure 1 – Typical oscillogram of a three-phase short-circuit make-break cycle.....	325
Figure 2 – Circuit-breaker without switching resistors. Opening and closing operations.....	329
Figure 3 – Circuit breaker without switching resistors – Close-open cycle	331
Figure 4 – Circuit-breaker without switching resistors – Reclosing (auto-reclosing).....	333
Figure 5 – Circuit-breaker with switching resistors. Opening and closing operations	335
Figure 6 – Circuit-breaker with switching resistors – Close-open cycle.....	337
Figure 7 – Circuit-breaker with switching resistors – Reclosing (auto-reclosing).....	339
Figure 8 – Determination of short-circuit making and breaking currents, and of percentage d.c. component.....	341
Figure 9 – Percentage d. c. component in relation to the time interval ($T_{op} + T_r$) for the standard time constant τ_1 and for the special case time constants τ_2 , τ_3 and τ_4	343
Figure 10 – Representation of a specified TRV by a four-parameter reference line and a delay line	345
Figure 11 – Representation of a specified TRV by a two-parameter reference line and a delay line	347
Figure 12a – Basic circuit for terminal fault with ITRV	349
Figure 12b – Representation of ITRV in relationship to TRV.....	349
Figure 13 – Three-phase short-circuit representation	351
Figure 14 – Alternative representation of figure 13.....	353
Figure 15 – Basic short-line fault circuit	355
Figure 16 – Example of a line-side transient voltage with time delay and rounded crest showing construction to derive the values u^*_L , t_L and t_{dL}	355
Figure 17 – Test sequences for low and high temperature tests	357
Figure 18 – Humidity test	359
Figure 19 – Static terminal load forces	361
Figure 20 – Directions for static terminal load tests.....	363
Figure 21 – Permitted number of samples for making, breaking and switching tests, illustrations of the statements in 6.102.2	365
Figure 22 – Definition of a single test specimen in accordance with 3.2.2 of IEC 60694	367
Figure 23a – Reference mechanical travel characteristics (idealised curve)	369
Figure 23b – Reference mechanical travel characteristics (idealised curve) with the prescribed envelopes centered over the reference curve (+5 %, –5 %), contact separation in this example at time $t = 20$ ms	369

Figure 23c – Caractéristique de déplacement mécanique de référence (courbe idéalisée) avec l’enveloppe prescrite déplacée totalement vers la haut par rapport à la courbe de référence (+10 %, –0 %), dans cet exemple la séparation des contacts à lieu à $t = 20$ ms.....	370
Figure 23d – Caractéristique de déplacement mécanique de référence (courbe idéalisée) avec l’enveloppe prescrite déplacée totalement vers la haut par rapport à la courbe de référence (+0 %, –10 %), dans cet exemple la séparation des contacts à lieu à $t = 20$ ms.....	370
Figure 24 – Montage d’essai équivalent pour les essais sur éléments séparés d’un disjoncteur ayant plus d’un élément de coupure.....	372
Figure 25a – Circuit préféré.....	374
Figure 25b – Circuit utilisé en variante.....	374
Figure 25 – Mise à la terre des circuits d’essais pour des essais triphasés en court-circuit, facteur de premier pôle 1,5.....	374
Figure 26a – Circuit préféré.....	376
Figure 26b – Circuit utilisé en variante.....	376
Figure 26 – Mise à la terre des circuits d’essais pour des essais triphasés en court-circuit, facteur de premier pôle 1,3.....	376
Figure 27a – Circuit préféré.....	378
Figure 27b – Circuit utilisé en variante, n’est pas applicable aux disjoncteurs dont l’isolement entre phases et/ou à la terre est critique (par exemple GIS ou disjoncteurs <i>dead tank</i>).....	378
Figure 27 – Mise à la terre des circuits d’essais pour des essais monophasés en court-circuit, facteur de premier pôle 1,5.....	378
Figure 28a – Circuit préféré.....	380
Figure 28b – Circuit utilisé en variante, n’est pas applicable aux disjoncteurs dont l’isolement entre phases et/ou à la terre est critique (par exemple GIS ou disjoncteurs <i>dead tank</i>).....	380
Figure 28 – Mise à la terre des circuits d’essais pour des essais monophasés en court-circuit, facteur de premier pôle 1,3.....	380
Figure 29 – Représentation graphique des trois coupures valables sur courants symétriques lors d’essais effectués en triphasé pour un réseau à neutre non directement à la terre (facteur de premier pôle 1,5).....	382
Figure 30 – Représentation graphique des trois coupures valables sur courants symétriques lors d’essais effectués en triphasé pour un réseau à neutre mis directement à la terre (facteur de premier pôle 1,3).....	384
Figure 31 – Représentation graphique des trois coupures valables sur courants asymétriques lors d’essais effectués en triphasé pour un réseau à neutre non directement à la terre (facteur de premier pôle 1,5).....	386
Figure 32 – Représentation graphique des trois coupures valables sur courants asymétriques lors d’essais effectués en triphasé pour un réseau à neutre mis directement à la terre (facteur de premier pôle 1,3).....	388
Figure 33 – Représentation graphique des trois coupures valables sur courants symétriques lors d’essais en monophasé effectués en remplacement des conditions triphasées dans un réseau à neutre non directement à la terre (facteur de premier pôle 1,5).....	390
Figure 34 – Représentation graphique des trois coupures valables sur courants asymétriques lors d’essais en monophasé effectués en remplacement des conditions triphasées dans un réseau à neutre non directement à la terre (facteur de premier pôle 1,5).....	392
Figure 35 – Représentation graphique des trois coupures valables sur courants symétriques lors d’essais en monophasé effectués en remplacement des conditions triphasées dans un réseau à neutre mis directement à la terre (facteur de premier pôle 1,3).....	394

Figure 23c – Reference mechanical travel characteristics (idealised curve) with the prescribed envelopes fully displaced upward from the reference curve (+10 %, –0 %), contact separation in this example at time $t = 20$ ms	371
Figure 23d – Reference mechanical travel characteristics (idealised curve) with the prescribed envelopes fully displaced downward from the reference curve (+0 %, –10 %), contact separation in this example at time $t = 20$ ms	371
Figure 24 – Equivalent testing set-up for unit testing of circuit-breakers with more than one separate interrupter units	373
Figure 25a – Preferred circuit.....	375
Figure 25b – Alternative circuit.....	375
Figure 25 – Earthing of test circuits for three-phase short-circuit tests, first-pole-to-clear factor 1,5.....	375
Figure 26a – Preferred circuit.....	377
Figure 26b – Alternative circuit.....	377
Figure 26 – Earthing of test circuits for three-phase short-circuit tests, first-pole-to-clear factor 1,3.....	377
Figure 27a – Preferred circuit.....	379
Figure 27b – Alternative circuit not applicable for circuit-breakers where the insulation between phases and/or to earth is critical (e.g. GIS or dead tank circuit-breakers).....	379
Figure 27 – Earthing of test circuits for single-phase short-circuit tests, first-pole-to-clear factor 1,5.....	379
Figure 28a – Preferred circuit.....	381
Figure 28b – Alternative circuit, not applicable for circuit-breakers where the insulation between phases and/or to earth is critical (e.g. GIS or dead tank circuit-breakers).....	381
Figure 28 – Earthing of test circuits for single-phase short-circuit tests, first-pole-to-clear factor 1,3.....	381
Figure 29 – Graphical representation of the three valid symmetrical breaking operations for three-phase tests in a non-solidly earthed neutral system (first-pole-to-clear factor 1,5).....	383
Figure 30 – Graphical representation of the three valid symmetrical breaking operations for three-phase tests in a solidly earthed neutral system (first-pole-to-clear factor 1,3).....	385
Figure 31 – Graphical representation of the three valid asymmetrical breaking operations for three-phase tests in a non-solidly earthed neutral system (first-pole-to-clear factor 1,5).....	387
Figure 32 – Graphical representation of the three valid asymmetrical breaking operations for three-phase tests in a solidly earthed neutral system (first-pole-to-clear factor 1,3)	389
Figure 33 – Graphical representation of the three valid symmetrical breaking operations for single-phase tests in substitution of three-phase conditions in a non-solidly earthed neutral system (first-pole-to-clear factor 1,5)	391
Figure 34 – Graphical representation of the three valid asymmetrical breaking operations for single-phase tests in substitution of three-phase conditions in a non-solidly earthed neutral system (first-pole-to-clear factor 1,5)	393
Figure 35 – Graphical representation of the three valid symmetrical breaking operations for single-phase tests in substitution of three-phase conditions in a solidly earthed neutral system (first-pole-to-clear factor 1,3)	395

Figure 36 – Représentation graphique des trois coupures valables sur courants asymétriques lors d’essais en monophasé effectués en remplacement des conditions triphasées dans un réseau à neutre mis directement à la terre (facteur de premier pôle 1,3).....	396
Figure 37 – Représentation graphique de la fenêtre de coupure et du facteur de tension k_p qui détermine la TTR de chaque pôle, pour des réseaux avec un facteur de premier pôle égal à 1,3	398
Figure 38 – Représentation graphique de la fenêtre de coupure et du facteur de tension k_p qui détermine la TTR de chaque pôle, pour des réseaux avec un facteur premier pôle égal à 1,5	398
Figure 39 – Exemple d'une TTR d'essai présumées comportant une enveloppe à quatre paramètres et répondant aux conditions imposées pour l'essai de type: cas de la TTR spécifiée comportant un tracé de référence à quatre paramètres	400
Figure 40 – Exemple d'une TTR d'essai présumée comportant une enveloppe à deux paramètres et répondant aux conditions imposées pour l'essai de type: cas de la TTR spécifiée comportant un tracé de référence à deux paramètres.....	402
Figure 41 – Exemple d'une TTR d'essai présumée comportant une enveloppe à quatre paramètres répondant aux conditions imposées pour l'essai de type: cas de la TTR spécifiée comportant un tracé de référence à deux paramètres.....	404
Figure 42 – Exemple d'une TTR d'essai présumée comportant une enveloppe à deux paramètres répondant aux conditions imposées pour l'essai de type: cas de la TTR spécifiée comportant un tracé de référence à quatre paramètres	404
Figure 43 – Exemple de deux ondes de TTR d'essai présumée et de l'enveloppe de l'ensemble pour des essais en deux parties	406
Figure 44 – Détermination de la tension de rétablissement à fréquence industrielle	408
Figure 45 – Nécessité d'essais additionnels monophasés et exigences d'essais	410
Figure 46 – Circuit de base pour les essais de défaut proche en ligne – TTR présumée du circuit type c) selon 6.109.3: côté alimentation et côté ligne avec temps de retard	412
Figure 47 – Circuit de base pour les essais de défaut proche en ligne – circuit type d1) selon 6.109.3: côté alimentation avec TTRI et côté ligne avec temps de retard	414
Figure 48 – Circuit de base pour les essais de défaut proche en ligne – circuit type d2) selon 6.109.3: côté alimentation avec temps de retard et côté ligne sans temps de retard.....	416
Figure 49 – Diagramme de décision pour le choix des circuits d’essais de défaut proche en ligne	418
Figure 50 – Compensation d'un défaut du temps de retard côté alimentation par une augmentation de l'amplitude de la tension côté ligne.....	420
Figure 51 – Circuit d'essais pour les essais monophasés en discordance de phases	422
Figure 52 – Circuit d'essais avec deux tensions décalées de 120 degrés électriques pour les essais en discordance de phases	422
Figure 53 – Circuit d'essais avec une borne du disjoncteur à la terre pour les essais en discordance de phases (sous réserve de l'accord du constructeur)	424
Figure 54 – Tension de rétablissement pour les essais de coupure de courants capacitifs	426
Figure A.1 – Graphique typique montrant des paramètres de TTR côté ligne et alimentation – Les TTR côté ligne et alimentation ont un temps de retard	442
Figure A.2 – Graphique typique montrant les paramètres de TTR côté ligne et alimentation – Les TTR côté ligne et alimentation ont un temps de retard, la TTR côté alimentation a une TTRI.....	442
Figure E.1 – Représentation par quatre paramètres d'une tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit – Cas du paragraphe E.2. c) 1)	474
Figure E.2 – Représentation par quatre paramètres d'une tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit – Cas du paragraphe E.2 c) 2)	474
Figure E.3 – Représentation par quatre paramètres d'une tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit – Cas du paragraphe E.2. c) 3) i)	476

Figure 36 – Graphical representation of the three valid asymmetrical breaking operations for single-phase tests in substitution of three-phase conditions in a solidly earthed neutral system (first-pole-to-clear factor 1,3)	397
Figure 37 – Graphical representation of the interrupting window and the voltage factor k_p , determining the TRV of the individual pole, for systems with a first-pole-to-clear factor of 1,3	399
Figure 38 – Graphical representation of the interrupting window and the voltage factor k_p , determining the TRV of the individual pole, for systems with a first-pole-to-clear factor of 1,5	399
Figure 39 – Example of prospective test TRV with four-parameter envelope which satisfies the conditions to be met during type test: case of specified TRV with four-parameter reference line	401
Figure 40 – Example of prospective test TRV with two-parameter envelope which satisfies the conditions to be met during type test: case of specified TRV with two-parameter reference line	403
Figure 41 – Example of prospective test TRV with four-parameter envelope which satisfies the conditions to be met during type test: case of specified TRV with two-parameter reference line	405
Figure 42 – Example of prospective test TRV with two-parameter envelope which satisfies the conditions to be met during type test: case of specified TRV with four-parameter reference line	405
Figure 43 – Example of two prospective TRV-waves and their combined envelope in two-part test	407
Figure 44 – Determination of power frequency recovery voltage	409
Figure 45 – Necessity of additional single-phase tests and requirements for testing	411
Figure 46 – Basic circuit arrangement for short-line fault testing and prospective TRV-circuit-type a) according to 6.109.3: Source side and line side with time delay	413
Figure 47 – Basic circuit arrangement for short-line fault testing – circuit type b1) according to 6.109.3: Source side with ITRV and line side with time delay	415
Figure 48 – Basic circuit arrangement for short-line fault testing – circuit type b2) according to 6.109.3: Source side with time delay and line side without time delay	417
Figure 49 – Flow-chart for the choice of short-line fault test circuits	419
Figure 50 – Compensation of deficiency of the source side time delay by an increase of the excursion of the line side voltage	421
Figure 51 – Test circuit for single-phase out-of-phase tests	423
Figure 52 – Test circuit for out-of-phase tests using two voltages separated by 120 electrical degrees	423
Figure 53 – Test circuit for out-of-phase tests with one terminal of the circuit-breaker earthed (subject to agreement of the manufacturer)	425
Figure 54 – Recovery voltage for capacitive current breaking tests	427
Figure A.1 – Typical graph of line and source side TRV parameters – Line side and source side with time delay	443
Figure A.2 – Typical graph of line and source side TRV parameters – Line side and source side with time delay, source side with ITRV	443
Figure E.1– Representation by four parameters of a prospective transient recovery voltage of a circuit – Case E.2 c) 1)	475
Figure E.2 – Representation by four parameters of a prospective transient recovery voltage of a circuit – Case E.2 c) 2)	475
Figure E.3 – Representation by four parameters of a prospective transient recovery voltage of a circuit – Case E.2. c) 3) i)	477

Figure E.4 – Représentation par deux paramètres d'une tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit – Cas du paragraphe E.2. c) 3) ii)	476
Figure F.1 – Influence de la réduction de la tension sur la valeur de crête de la TTR	498
Figure F.2 – TTR pour une coupure idéale	498
Figure F.3 – Coupure avec présence d'une tension d'arc	500
Figure F.4 – Coupure avec arrachement prononcé du courant	500
Figure F.5 – Coupure avec courant post-arc	500
Figure F.6 – Relation entre les valeurs du courant et de la TTR apparaissant lors de l'essai, et les valeurs présumées du réseau	502
Figure F.7 – Schéma de l'appareil d'injection de courant à fréquence industrielle	504
Figure F.8 – Séquence de manoeuvres de l'appareil d'injection de courant à fréquence industrielle	506
Figure F.9 – Schéma de l'appareillage d'injection par condensateur	508
Figure F.10 – Séquence de manoeuvres de l'appareil d'injection par condensateur	510
Figure H.1 – Diagramme du circuit de l'exemple 1	516
Figure H.2 – Diagramme du circuit de l'exemple 2	518
Figure H.3 – Equations pour le calcul des courants d'appel de gradins de condensateurs... ..	522
Figure 1 – Combinaisons des paramètres de court-circuit typiques de laboratoires d'essais	548
Tableau 1a – Valeurs normales de la TTR ^a – Tensions assignées inférieures à 100 kV – Représentation par deux paramètres	78
Tableau 1b – Valeurs normales de la TTR ^a – Tensions assignées de 100 kV à 170 kV – Représentation par quatre paramètres	80
Tableau 1c – Valeurs normales de la TTR ^a – Tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV – Représentation par quatre paramètres	82
Tableau 2 – Valeurs normales des multiplicateurs pour la tension transitoire de rétablissement pour les 2 ^e et 3 ^e pôles à couper à des tensions assignées supérieures à 72,5 kV	84
Tableau 3 – Valeurs normales de la tension transitoire de rétablissement initiale – Tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV	86
Tableau 4 – Valeurs normales des caractéristiques de ligne pour les défauts proches en ligne	90
Tableau 5 – Valeurs préférentielles de pouvoir de coupure et de pouvoir de fermeture assignés de courants capacitifs	96
Tableau 6 – Indications de la plaque signalétique	110
Tableau 7 – Essais de type	118
Tableau 8 – Nombre de séquences de manoeuvres	140
Tableau 9 – Exemples de forces statiques horizontales et verticales pour l'essai avec efforts statiques aux bornes	154
Tableau 10 – Valeurs de courant de crête et durée des alternances de courant au cours de la période d'arc pour le fonctionnement à 50 Hz – Séquence d'essais de court-circuit T100a	186
Tableau 11 – Valeurs de courant de crête et durées des alternances de courant au cours de la période d'arc pour le fonctionnement à 60 Hz – Séquence d'essais de court-circuit T100a	188
Tableau 12 – Fenêtre de coupure pour les essais avec courant symétrique	192