

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 56-4

Troisième édition — Third edition

1972

Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension

Quatrième partie : Essais de type et essais individuels

High-voltage alternating-current circuit-breakers

Part 4: Type tests and routine tests



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
SECTION UN — ESSAIS DE TYPE	
Articles	
1. Généralités	10
1.1 Identification du disjoncteur	10
2. Essai mécanique	12
3. Essai d'échauffement	12
3.1 Mesure de la résistance du circuit principal	14
3.2 Température de l'air ambiant	16
3.3 Echauffement des parties autres que les enroulements	16
3.4 Echauffement des enroulements	16
4. Essais diélectriques	18
4.1 Conditions de l'air ambiant pendant les essais	18
4.2 Etat du disjoncteur pendant les essais	18
4.3 Application de la tension d'essai pour les essais en ondes de choc et à fréquence industrielle	20
4.4 Tensions d'essais	20
4.5 Essais en ondes de choc	20
4.6 Essais de tension à fréquence industrielle à sec	22
4.7 Essais de tension à fréquence industrielle sous pluie	22
4.8 Essais des circuits auxiliaires et de commande	22
5. Renseignements divers pour les essais de fermeture et de coupure	22
5.1 Disposition du disjoncteur pour les essais	22
5.2 Disjoncteur muni de déclencheurs à maximum de courant	24
5.3 Essais par éléments séparés	24
5.4 Essais synthétiques	28
5.5 Manœuvres à vide avant les essais	28
5.6 Mécanismes de fermeture différents	30
5.7 Comportement du disjoncteur pendant les essais	30
5.8 Etat du disjoncteur après les essais	30
5.9 Disjoncteurs comportant de courtes durées d'arc	34
6. Circuits d'essais pour les essais de fermeture et de coupure en court-circuit	36
6.1 Facteur de puissance	36
6.2 Fréquence	36
6.3 Mise à la terre du circuit d'essai	38
6.4 Raccordement du circuit d'essai au disjoncteur	40
7. Caractéristiques pour les essais de court-circuit	40
7.1 Tension appliquée avant les essais de fermeture en court-circuit	40
7.2 (Valeur de crête du) Courant établi en court-circuit	42
7.3 Courant coupé en court-circuit	42
7.4 Composante aperiodique du courant coupé en court-circuit	42
7.5 Tension transitoire de rétablissement pour les défauts aux bornes	44
7.6 Mesure de la tension transitoire de rétablissement	60
7.7 Tension de rétablissement à fréquence industrielle	60
8. Procédure d'essai en court-circuit	62
8.1 Intervalle de temps entre les essais	62
8.2 Application d'une source d'énergie auxiliaire aux déclencheurs d'ouverture—Essais de coupure	62
8.3 Application d'une source d'énergie auxiliaire aux déclencheurs d'ouverture—Essais d'établissement-coupure	62
8.4 Accrochage à la fermeture sur court-circuit	62
9. Séquences d'essais de court-circuit fondamentales	64
9.1 Séquence d'essais N° 1	64
9.2 Séquence d'essais N° 2	64
9.3 Séquence d'essais N° 3	64
9.4 Séquence d'essais N° 4	64
9.5 Séquence d'essais N° 5	66
10. Essais au courant critique	68
10.1 Cas d'application	68
10.2 Courants d'essai	68
10.3 Séquences d'essais au courant critique	68
11. Essais de court-circuit en monophasé	68
11.1 Cas d'application	68
11.2 Courant d'essai et tension de rétablissement	68
11.3 Séquence d'essais	70

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
SECTION ONE — TYPE TESTS	
Clause	
1. General	11
1.1 Identification of circuit-breaker	11
2. Mechanical test	13
3. Temperature rise test	13
3.1 Measurement of the resistance of the main circuit	15
3.2 Ambient air temperature	17
3.3 Temperature rise of parts other than coils	17
3.4 Temperature rise of coils	17
4. Dielectric tests	19
4.1 Ambient air conditions during tests	19
4.2 Condition of circuit-breaker during tests	19
4.3 Application of test voltage for impulse and power frequency tests	21
4.4 Test voltages	21
4.5 Impulse voltage tests	21
4.6 Power frequency voltage dry tests	23
4.7 Power frequency voltage wet tests	23
4.8 Tests on auxiliary and control circuits	23
5. Miscellaneous provisions for making and breaking tests	23
5.1 Arrangement of circuit-breaker for tests	23
5.2 Circuit-breakers with over-current releases	25
5.3 Unit testing	25
5.4 Synthetic testing	29
5.5 No-load operations before tests	29
5.6 Alternative closing mechanisms	31
5.7 Behaviour of circuit-breaker during tests	31
5.8 Condition of circuit-breaker after tests	31
5.9 Circuit-breakers with short arcing times	35
6. Test circuits for short-circuit making and breaking tests	37
6.1 Power factor	37
6.2 Frequency	37
6.3 Earthing of test circuit	39
6.4 Connection of test circuit to circuit-breaker	41
7. Short-circuit test quantities	41
7.1 Applied voltage before short-circuit making tests	41
7.2 Short-circuit (peak) making current	43
7.3 Short-circuit breaking current	43
7.4 D.C. component of short-circuit breaking current	43
7.5 Transient recovery voltage for terminal faults	45
7.6 Measurement of transient recovery voltage	61
7.7 Power frequency recovery voltage	61
8. Short-circuit test procedure	63
8.1 Time interval between tests	63
8.2 Application of auxiliary power to the opening release—breaking tests	63
8.3 Application of auxiliary power to the opening release—make-break tests	63
8.4 Latching on short-circuit	63
9. Basic short-circuit test-duties	65
9.1 Test-duty No. 1	65
9.2 Test-duty No. 2	65
9.3 Test-duty No. 3	65
9.4 Test-duty No. 4	65
9.5 Test-duty No. 5	67
10. Critical current tests	69
10.1 Applicability	69
10.2 Test currents	69
10.3 Critical current test-duties	69
11. Single-phase short-circuit tests	69
11.1 Applicability	69
11.2 Test current and recovery voltage	69
11.3 Test-duty	71

12.	Essais de défaut en ligne (défaut kilométrique)	70
12.1	Cas d'application	70
12.2	Courant d'essai	70
12.3	Circuits d'essai	70
12.4	Tension transitoire de rétablissement	72
12.5	Séquences d'essais	74
12.6	Essais de défaut en ligne avec une source d'essai de court-circuit de puissance réduite	74
13.	Essais de mise en et hors circuit en discordance de phases	74
14.	Essai au courant de courte durée admissible	76
14.1	Disposition du disjoncteur	76
14.2	Courant et durée d'essai	76
14.3	Etat du disjoncteur après l'essai	78
15.	Essais de coupure de courants de lignes à vide	78
15.1	Cas d'application	78
15.2	Généralités	78
15.3	Forme d'onde du courant	80
15.4	Caractéristiques des circuits d'alimentation	80
15.5	Mise à la terre du circuit d'alimentation	80
15.6	Caractéristiques du circuit capacitif mis en et hors circuit	82
15.7	Tension d'essai	82
15.8	Séquences d'essais	82
15.9	Mesure des surtensions	84
16.	Essais de coupure de courants de câbles à vide	84
16.1	Cas d'application	84
16.2	Généralités	84
16.3	Forme d'onde du courant	86
16.4	Caractéristiques des circuits d'alimentation	86
16.5	Mise à la terre du circuit d'essais triphasé	86
16.6	Caractéristiques du circuit capacitif mis en et hors circuit	88
16.7	Tension d'essai	88
16.8	Séquences d'essais	88
16.9	Mesure des surtensions	90
17.	Essais de coupure de condensateurs (uniques)	90
17.1	Cas d'application	90
17.2	Généralités	90
17.3	Forme d'onde et mesure du courant	92
17.4	Caractéristiques des circuits d'alimentation	92
17.5	Mise à la terre du circuit d'essais triphasé	92
17.6	Constante de temps à la décharge des condensateurs	92
17.7	Tension d'essai	94
17.8	Séquence d'essais	94
17.9	Mesure des surtensions	96
18.	Essais de coupure de faibles courants inductifs	96
ANNEXE A	— Enregistrements et comptes rendus des essais de type concernant le fonctionnement en fermeture, coupure et passage de courant de courte durée	98
ANNEXE B	— Détermination du facteur de puissance d'un court-circuit	104
ANNEXE C	— Détermination de la valeur efficace équivalente d'un courant de courte durée admissible pendant un court-circuit d'une durée donnée	108
ANNEXE D	— Méthode de tracé de l'enveloppe de la tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit et détermination des paramètres représentatifs	110
ANNEXE E	— Méthodes de détermination des ondes de la tension transitoire de rétablissement présumée	114
ANNEXE F	— Variante des valeurs normales de la TTR présumée pour les séquences d'essais N ^{os} 4 et 5 et pour la séquence d'essais N ^o 3 — représentation par 2 paramètres	114
ANNEXE G	— Exemple de calcul pour un essai de défaut en ligne	118
FIGURES		122

SECTION DEUX — ESSAIS INDIVIDUELS

19.	Généralités	138
20.	Essais de tension à fréquence industrielle à sec du circuit principal	138
21.	Essais de tension des circuits auxiliaires et de commande	138
22.	Mesure des résistances du circuit principal	138
23.	Essais de fonctionnement mécanique	138

12.	Short-line fault tests	71
12.1	Applicability	71
12.2	Test current	71
12.3	Test circuits	71
12.4	Transient recovery voltage	73
12.5	Test-duties	75
12.6	Short-line fault tests with a test supply of limited power	75
13.	Out-of-phase switching tests	75
14.	Short-time current test	77
14.1	Arrangement of circuit-breaker	77
14.2	Test current and duration	77
14.3	Condition of circuit-breaker after test	79
15.	Line-charging current breaking tests	79
15.1	Applicability	79
15.2	General	79
15.3	Wave-form of the current	81
15.4	Characteristics of supply circuits	81
15.5	Earthing of three-phase supply circuit	81
15.6	Characteristics of the capacitive circuit to be switched	83
15.7	Test voltage	83
15.8	Test-duties	83
15.9	Measurement of overvoltages	85
16.	Cable-charging current breaking tests	85
16.1	Applicability	85
16.2	General	85
16.3	Wave-form of current	87
16.4	Characteristics of supply circuits	87
16.5	Earthing of the three-phase test circuit	87
16.6	Characteristics of the capacitive circuits to be switched	89
16.7	Test voltage	89
16.8	Test-duties	89
16.9	Measurement of overvoltages	91
17.	(Single) capacitor bank breaking tests	91
17.1	Applicability	91
17.2	General	91
17.3	Wave-form and measurement of the current	93
17.4	Characteristics of supply circuits	93
17.5	Earthing of the three-phase test circuit	93
17.6	Discharge time constant of the capacitor	93
17.7	Test voltage	95
17.8	Test-duties	95
17.9	Measurement of overvoltages	97
18.	Small inductive current breaking tests	97
APPENDIX A	— Records and reports of type-tests for making, breaking, and short-time current performance	99
APPENDIX B	— Determination of short-circuit power factor	105
APPENDIX C	— Determination of the equivalent r.m.s. value of a short-time current during a short-circuit of a given duration	109
APPENDIX D	— Method of drawing the envelope of the prospective transient recovery voltage of a circuit and determining the representative parameters	111
APPENDIX E	— Methods of determining prospective transient recovery voltages waves	115
APPENDIX F	— Alternative standard values of prospective TRV for Test-duties Nos. 4 and 5 and for Test-duty No. 3, representation by 2 parameters	115
APPENDIX G	— Example of calculation for a short-line fault test	119
FIGURES		122

SECTION TWO — ROUTINE TESTS

19.	General	139
20.	Power frequency voltage dry tests on the main circuit	139
21.	Voltage tests on control and auxiliary circuits	139
22.	Measurement of the resistances of the main circuit	139
23.	Mechanical operating tests	139

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISJONCTEURS A COURANT ALTERNATIF A HAUTE TENSION

Quatrième partie : Essais de type et essais individuels

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. 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 cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 17A: Appareillage à haute tension, du Comité d'Etudes N° 17 de la C.E.I.: Appareillage.

Cette publication fait partie de la révision de la Publication 56 et comprend la Section un: Essais de type, et la Section deux: Essais individuels.

Des projets de la section un ont été discutés lors des réunions de Paris en 1967, de Baden-Baden en 1967, d'Arnhem en 1968 et de Stockholm en 1969. A la suite de ces réunions, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1970.

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

Afrique du Sud	Norvège
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques
Israël	Socialistes Soviétiques
Italie	Yougoslavie

Un premier projet de la section deux a été discuté lors de la réunion de Baden-Baden en 1967. A la suite de cette réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1968.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE ALTERNATING-CURRENT CIRCUIT-BREAKERS

Part 4: Type tests and routine tests

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 17A, High-voltage Switchgear and Controlgear, of I E C Technical Committee No. 17, Switchgear and Controlgear.

This publication is part of the revision of Publication 56 and includes Section One—Type tests, and Section Two—Routine tests.

Drafts of Section One were discussed at meetings held in Paris in 1967, in Baden-Baden in 1967, in Arnhem in 1968 and in Stockholm in 1969. As a result of these meetings a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1970.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Norway
Belgium	Poland
Canada	South Africa
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
Finland	Turkey
France	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Netherlands	Yugoslavia

A first draft of Section Two was discussed at the meeting in Baden-Baden 1967. As a result of this meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1968.

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

Afrique du Sud	Norvège
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Belgique	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
Finlande	Tchécoslovaquie
France	Turquie
Israël	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	Yougoslavie

Cette publication a été divisée en six parties qui sont publiées en fascicules séparés:

- Publication 56-1, Première partie: Généralités et définitions.
Publication 56-2, Deuxième partie: Caractéristiques nominales.
Publication 56-3, Troisième partie: Conception et construction.
Publication 56-4, Quatrième partie: Essais de type et essais individuels.
Publication 56-5, Cinquième partie: Règles pour le choix des disjoncteurs selon le service.
Publication 56-6, Sixième partie: Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes et règles pour le transport, l'installation et l'entretien.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Norway
Belgium	Poland
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Netherlands	Yugoslavia

This Publication has been divided into the following six parts which are published as separate booklets:

Publication 56-1: Part 1. General and Definitions.

Publication 56-2: Part 2. Rating.

Publication 56-3: Part 3. Design and Construction.

Publication 56-4: Part 4. Type Tests and Routine Tests.

Publication 56-5: Part 5. Rules for the Selection of Circuit-breakers for Service.

Publication 56-6: Part 6. Information to be Given with Enquiries, Tenders and Orders and Rules for Transport, Erection and Maintenance.

DISJONCTEURS A COURANT ALTERNATIF A HAUTE TENSION

Quatrième partie : Essais de type et essais individuels

SECTION UN — ESSAIS DE TYPE

1. Généralités

Les essais de type décrits ci-après ont pour but de vérifier les caractéristiques des disjoncteurs, de leurs dispositifs de manœuvre et de leurs équipements auxiliaires.

Les essais de type comprennent :

- des essais pour montrer que le comportement mécanique est satisfaisant, voir article 2;
- des essais pour montrer que le fonctionnement mécanique est satisfaisant, voir paragraphes 5.5 et 5.8.3;
- des essais pour montrer que l'échauffement de n'importe quelle partie n'excède pas les valeurs spécifiées, voir article 3;
- des essais pour montrer que l'isolement est conforme aux limites spécifiées, voir article 4;
- des essais pour montrer l'aptitude du disjoncteur à établir et à couper les courants de court-circuit, voir articles 5 à 13;
- des essais pour montrer l'aptitude du disjoncteur à supporter son courant de courte durée admissible, voir article 14;
- des essais pour montrer l'aptitude du disjoncteur à couper des courants de lignes à vide, voir article 15;
- des essais pour montrer l'aptitude du disjoncteur à couper des courants de câbles à vide, voir article 16;
- des essais pour montrer l'aptitude du disjoncteur à couper des courants de batterie unique de condensateurs, voir article 17;
- des essais pour montrer l'aptitude du disjoncteur à couper de faibles courants inductifs, voir article 18.

Les résultats de tous les essais de type doivent être enregistrés dans les comptes rendus des essais de type contenant les données nécessaires pour prouver que le disjoncteur a satisfait aux prescriptions de cette spécification. Ces comptes rendus doivent également contenir les renseignements nécessaires pour permettre d'identifier les caractéristiques essentielles du disjoncteur essayé. Les détails de ces exigences sont donnés au paragraphe 1.1 et dans l'annexe A.

En principe, chaque essai de type doit être effectué sur un disjoncteur neuf et propre et les divers essais de type peuvent être effectués à des époques différentes et en des lieux différents.

Lorsque des essais sont effectués sur un disjoncteur dont le rapport des essais de type a déjà été accepté, la responsabilité du constructeur est limitée aux valeurs spécifiées et non aux résultats obtenus au cours des essais de type effectués antérieurement.

1.1 Identification du disjoncteur

Des renseignements suffisants pour identifier le disjoncteur et des renseignements d'ordre général concernant son châssis-support ou l'appareillage sous enveloppe métallique, dont le disjoncteur fait partie intégrante, doivent être contenus dans le compte rendu d'essais.

HIGH-VOLTAGE ALTERNATING-CURRENT CIRCUIT-BREAKERS

Part 4: Type tests and routine tests

SECTION ONE — TYPE TESTS

1. General

The type tests set out in this section are for the purpose of proving the characteristics of circuit-breakers, their operating devices and auxiliary equipment.

The type tests comprise:

- tests to prove mechanical performance, see Clause 2;
- tests to prove mechanical operation, see Sub-clauses 5.5 and 5.8.3;
- tests to prove that the temperature rise of any part does not exceed specified limits, see Clause 3;
- tests to prove that the insulation complies with specified limits, see Clause 4;
- tests to prove the short-circuit making and breaking performance, see Clauses 5 to 13;
- tests to prove the short-time current performance, see Clause 14;
- tests to prove the performance when breaking line-charging currents, see Clause 15;
- tests to prove the performance when breaking cable-charging currents, see Clause 16;
- tests to prove the performance when breaking single capacitor bank currents, see Clause 17;
- tests to prove the performance when breaking small inductive currents, see Clause 18.

The results of all type tests shall be recorded in type-test reports containing sufficient data to prove compliance with this specification, and information shall be included so that the essential details of the circuit-breaker tested can be identified. Details of these requirements are given in Sub-clause 1.1 and Appendix A.

In principle the individual type tests shall be made on a circuit-breaker in a new and clean condition, and the various type tests may be made at different times and at different locations.

Where tests are made on a circuit-breaker whose report of type tests has already been accepted, the responsibility of the manufacturer is limited by the specified values and not by the results obtained during the type tests previously made.

1.1 *Identification of circuit-breaker*

Sufficient information to identify the circuit-breaker and general information concerning its supporting structure or metal-enclosed unit, of which the circuit-breaker forms an integral part, shall be included in the type-test report.