

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60427

Troisième édition
Third edition
2000-04

**Essais synthétiques des disjoncteurs
à courant alternatif à haute tension**

**Synthetic testing of high-voltage alternating
current circuit-breakers**

© IEC 2000 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 Varembé Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XB**

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions.....	12
4 Techniques et méthodes d'essais synthétiques – Essais de coupure de courant de court-circuit.....	16
4.1 Principes fondamentaux et exigences générales pour les méthodes d'essais synthétiques de coupure.....	16
4.2 Exigences spécifiques de chaque circuit d'essais synthétiques pour les essais de coupure	22
5 Essais d'établissement en court-circuit.....	26
5.1 Principes fondamentaux et exigences générales pour les essais synthétiques d'établissement en court-circuit.....	26
5.2 Circuit d'essais synthétiques pour essais de fermeture et exigences spécifiques s'y rapportant.....	28
6 Exigences particulières pour les essais synthétiques d'établissement et de coupure relatives aux prescriptions des paragraphes 6.102 à 6.111 de la CEI 60056	30
Annexe AA (informative) Déformation du courant	60
Annexe BB (informative) Méthodes d'injection de courant	90
Annexe CC (informative) Méthodes d'injection de tension	100
Annexe DD (informative) Circuit de Skeats (ou par transformateur).....	106
Annexe EE (normative) Indications à donner et résultats à enregistrer lors d'essais synthétiques.....	112
Annexe FF (informative) Procédures d'essais particulières pour les disjoncteurs équipés de résistances de coupure parallèles	114
Annexe GG (normative) Méthodes synthétiques pour l'établissement et la coupure de courant capacitif.....	120
Annexe HH (informative) Méthodes de réallumage pour la prolongation de l'arc.....	138
Figure 1 – Processus d'interruption; périodes principales	48
Figure 2 – Exemple de tension de rétablissement.....	50
Figure 3 – Impédance d'onde équivalente dans le circuit de tension du schéma à injection de courant.....	52
Figure 4 – Processus de fermeture; périodes principales.....	54
Figure 5 – Durée maximale permise de pré-arc pour qu'un essai de fermeture à tension réduite soit valide.....	56
Figure 6 – Circuit synthétique de fermeture et formes d'ondes	58
Figure AA.1a – Circuit direct, schéma simplifié.....	74
Figure AA.1b – Courant de court-circuit présumé	74
Figure AA.1c – Courant déformant	74

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	11
Clause	
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions	13
4 Synthetic testing techniques and methods – Short-circuit breaking tests	17
4.1 Basic principles and general requirements for synthetic breaking test methods	17
4.2 Synthetic test circuits and related specific requirements for breaking tests	23
5 Short-circuit making tests	27
5.1 Basic principles and general requirements for synthetic making test methods	27
5.2 Synthetic test circuit and related specific requirements for making tests	29
6 Specific requirements for synthetic tests for making and breaking performance related to the requirements of subclauses 6.102 to 6.111 inclusive of IEC 60056	31
Annex AA (informative) Current distortion	61
Annex BB (informative) Current injection methods	91
Annex CC (informative) Voltage injection methods	101
Annex DD (informative) Duplicate circuit (transformer or Skeats circuit)	107
Annex EE (normative) Information to be given and results to be recorded for synthetic tests	113
Annex FF (informative) Special procedures for testing circuit-breakers having parallel breaking resistors	115
Annex GG (normative) Synthetic methods for capacitive-current switching	121
Annex HH (informative) Reignition methods to prolong arcing	139
Figure 1 – Interrupting process; basic time intervals	49
Figure 2 – Example of recovery voltage	51
Figure 3 – Equivalent surge impedance within the voltage circuit of current injection scheme	53
Figure 4 – Making process; basic time intervals	55
Figure 5 – Maximum allowable pre-arcing time for valid making test at reduced voltage	57
Figure 6 – Synthetic make circuit and waveforms	59
Figure AA.1a – Direct circuit, simplified diagram	75
Figure AA.1b – Prospective short-circuit current	75
Figure AA.1c – Distortion current	75

	Pages
Figure AA.1d – Courant déformant	76
Figure AA.2a – Schéma de circuit simplifié.....	76
Figure AA.2b – Caractéristiques du courant et de la tension d'arc pour courant symétrique..	78
Figure AA.2c – Caractéristiques de courant et de tension d'arc pour courant asymétrique....	80
Figures AA.3a à AA.3d – Réduction de l'amplitude et de la durée de la dernière alternance.	80
Figure BB.1 – Circuit type à injection de courant où le circuit de tension est en parallèle avec le disjoncteur en essai	94
Figure BB.2 – Séquence de l'injection du courant dans le circuit de la figure BB.1	94
Figure BB.3 – Circuit type à injection de courant où le circuit de tension est en parallèle avec le disjoncteur auxiliaire	96
Figure BB.4 – Séquence de l'injection dans le circuit de la figure BB.3.....	96
Figure BB.5 – Exemples de détermination de la période de changement significatif de la tension d'arc à partir d'oscillogrammes	98
Figure CC.1 – Schéma caractéristique de l'injection de tension avec le circuit de tension en parallèle avec le disjoncteur auxiliaire (schéma simplifié)	102
Figure CC.2 – Formes d'onde (TTR) obtenues dans un circuit d'injection de tension avec la source de tension en parallèle avec le disjoncteur auxiliaire.....	104
Figure DD.1 – Circuit de Skeats ou par transformateur.....	110
Figure DD.2 – Circuit de Skeats ou par transformateur avec déclenchement.....	110
Figure GG.1 – Schéma d'essais synthétiques (dit parallèle)	126
Figure GG.2 – Schéma d'essais synthétiques avec circuit de courant inductif et la possibilité de régler le saut de tension.....	128
Figure GG.3 – Circuit synthétique d'injection de tension simulant le saut de tension	130
Figure GG.4 – Circuit synthétique à injection de courant	132
Figure GG.5 – Circuit d'essai synthétique (dit série) pour appliquer aux deux bornes du disjoncteur en essai les composantes réelles de la tension de rétablissement.....	134
Figure GG.6 – Schéma d'essais synthétique pour la fermeture.....	136
Figure HH.1 – Schéma type du circuit de réallumage servant à prolonger la durée d'arc	142
Figure HH.2 – Circuits combinés d'injection de courant et de Skeats.....	142
Figure HH.3 – Formes d'ondes typiques obtenues sur un essai asymétrique en utilisant le circuit de la figure HH.2	144

	Page
Figure AA.1d – Distortion current	77
Figure AA.2a – Simplified circuit diagram	77
Figure AA.2b – Current and arc-voltage characteristics for symmetrical current	79
Figure AA.2c – Current and arc-voltage characteristics for asymmetrical current.....	81
Figures AA.3a to AA.3d – Reduction of amplitude and duration of final current loop of arcing.....	83
Figure BB.1 – Typical current injection circuit with voltage circuit in parallel with the test circuit-breaker	95
Figure BB.2 – Injection timing for current injection scheme with circuit BB.1.....	95
Figure BB.3 – Typical current injection circuit with voltage circuit in parallel with the auxiliary circuit-breaker	97
Figure BB.4 – Injection timing for current injection scheme with circuit BB.3.....	97
Figure BB.5 – Examples of the determination of the interval of significant change of arc-voltage from the oscillograms.....	99
Figure CC.1 – Typical voltage injection circuit diagram with voltage circuit in parallel with the auxiliary circuit-breaker (simplified diagram)	103
Figure CC.2 – TRV waveshapes in a voltage injection circuit with the voltage circuit in parallel with the auxiliary circuit-breaker	105
Figure DD.1 – Transformer or Skeats circuit.....	111
Figure DD.2 – Triggered transformer or Skeats circuit	111
Figure GG.1 – Synthetic testing scheme (parallel mode)	127
Figure GG.2 – Synthetic testing scheme with an inductive current circuit and with facility to adjust a voltage jump	129
Figure GG.3 – Synthetic voltage injection circuit providing a voltage jump.....	131
Figure GG.4 – Synthetic current injection scheme	133
Figure GG.5 – Synthetic test circuit (serial mode) to apply to both sides of the test breaker the normal system recovery voltage	135
Figure GG.6 – Synthetic testing scheme for making	137
Figure HH.1 – Typical reignition circuit diagram for prolonging arc-duration	143
Figure HH.2 – Combined Skeats and current injection circuits.....	143
Figure HH.3 – Typical waveforms obtained on an asymmetrical test using the circuit in figure HH.2.....	145

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS SYNTHÉTIQUES DES DISJONCTEURS À COURANT ALTERNATIF À HAUTE TENSION

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60427 a été établie par le sous-comité 17A: Appareillage à haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1989, l'amendement 1 (1992), l'amendement 2 (1995). Cette troisième édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu de la deuxième édition, de l'amendement 1, de l'amendement 2 et des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17A/559/FDIS	17A/565/RVD

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

Cette publication n'a pas été rédigée en parfaite conformité avec les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Cette publication doit être lue conjointement avec la CEI 60056 (1987). La numérotation des paragraphes de l'article 6 reprend celle de la CEI 60056. Les annexes et leurs figures sont appelées AA, BB, etc.

Les annexes EE et GG font partie intégrante de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SYNTHETIC TESTING OF HIGH-VOLTAGE ALTERNATING
CURRENT CIRCUIT-BREAKERS**
FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60427 has been prepared by subcommittee 17A: High voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1989, amendment 1 (1992), amendment 2 (1995). This third edition constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the second edition, amendment 1, amendment 2 and the following documents:

FDIS	Report on voting
17A/559/FDIS	17A/565/RVD

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

This publication has not been drafted in complete accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

This publication shall be read in conjunction with IEC 60056 (1987). The numbering of the subclauses of clause 6 is the same as in IEC 60056. The annexes and their figures are named AA, BB, etc.

Annexes EE and GG form an integral part of this standard.

Les annexes AA, BB, CC, DD, FF et HH sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005-01-01. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Annexes AA, BB, CC, DD, FF and HH are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005-01-01. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, les connaissances sur les techniques et les méthodes d'essais synthétiques ont progressé. Il a été démontré que l'essai synthétique était un moyen économique et techniquement valable pour essayer les disjoncteurs à courant alternatif à haute tension selon les spécifications de la CEI 60056.

C'est pourquoi il a été décidé de considérer les méthodes d'essais synthétiques, après une révision complète de la première édition de la CEI 60427, comme équivalentes aux méthodes d'essais directs.

INTRODUCTION

During the past few decades experience has been gained with synthetic testing techniques and methods. It has been proven that synthetic testing is an economical and technically correct way to test high-voltage a.c. circuit-breakers according to the requirements of IEC 60056.

This is why it was decided to include synthetic testing methods, after a thorough revision of the first edition of IEC 60427, as equivalent to the direct test methods.

ESSAIS SYNTHÉTIQUES DES DISJONCTEURS À COURANT ALTERNATIF À HAUTE TENSION

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux disjoncteurs à courant alternatif définis dans le domaine d'application de la CEI 60056. Elle donne les règles générales d'essais de ces disjoncteurs pour les essais d'établissement et de coupure décrits aux 6.102 à 6.111 de la CEI 60056, à l'aide de méthodes d'essais synthétiques.

NOTE Les circuits pour les séquences d'essais décrites au 6.111 ne sont pas encore normalisés. Néanmoins, les méthodes existantes sont indiquées à l'annexe GG.

Les méthodes et techniques décrites sont celles d'usage courant. Le but de cette norme est d'établir des critères pour les essais synthétiques et pour l'évaluation correcte des résultats. Ces critères établissent la validité de la méthode d'essai sans limiter l'invention de nouveaux circuits d'essais.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(441):1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

CEI 60056:1987, *Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension*

CEI 61633:1995, *Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension – Guide pour la procédure d'essai d'établissement et de coupure de courants de court-circuit et de courants de charge pour les disjoncteurs sans enveloppe métallique et à cuve mise à la terre*

SYNTHETIC TESTING OF HIGH-VOLTAGE ALTERNATING CURRENT CIRCUIT-BREAKERS

1 Scope

This International Standard applies to a.c. circuit-breakers within the scope of IEC 60056. It provides the general rules for testing a.c. circuit-breakers, for making and breaking capacities over the range of test-duties described in 6.102 to 6.111 of IEC 60056, by synthetic methods.

NOTE Circuits for the test duties described in 6.111 have not yet been standardized. However, present methods are given in annex GG.

The methods and techniques described are those in general use. The purpose of this standard is to establish criteria for synthetic testing and for the proper evaluation of results. Such criteria will establish the validity of the test method without imposing restraints on innovation of test circuitry.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(441):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60056:1987, *High-voltage alternating current circuit-breakers*

IEC 61633:1995, *High-voltage alternating current circuit-breakers – Guide for short-circuit and switching test procedures for metal-enclosed and dead tank circuit-breakers*