IEC/TR 62271-310

Edition 2.0 2008-03

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

High-voltage switchgear and controlgear – Part 310: Electrical endurance testing for circuit-breakers above a rated voltage of 52 kV

Appareillage à haute tension – Partie 310: Essais d'endurance électrique pour disjoncteurs de tension assignée supérieure à 52 kV

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 29.130.10

ISBN 2-8318-9668-1

CONTENTS

FOREWORD ... 3
INTRODUCTION ... 5
1 Scope ... 6
2 Normative references ... 6
3 Terms and definitions ... 6
4 Test procedure ... 6
4.1 General explanation to the extended electrical endurance test programme ... 7
4.2 Extended electrical endurance qualification obtained separately from type tests ... 10
4.3 Extended electrical endurance qualification combined with type tests ... 12
Annex A (informative) Explanatory notes ... 14
Bibliography ... 21

Figure A.1 – Estimated number of equivalent T60 stresses for various rated voltages and rated short-circuit breaking currents ... 18

Table 1 – Correlation between capacitive voltage factors used for standard capacitive type tests and capacitive voltage factors to be used for extended electrical endurance capacitive current acceptance tests ... 9
Table 2 – Test sequence and criteria for extended electrical endurance tests obtained separately from type tests ... 10
Table 3 – Test conditions for extended electrical endurance tests obtained separately from type tests ... 11
Table 4 – Equivalent number of breaking operations ... 12
Table 5 – Defined number M_{90} of number of T60 tests combined with type testing ... 12
Table 6 – Example of combination of type test with E2 test for a 50 kA circuit-breaker in synthetic test ... 13
Table A.1 – List of countries involved in the data collection ... 15
Table A.2 – Used reference data ... 16
Table A.3 – Number of breaking operations in various ranges of interrupted current in service during 25 years ... 18
Table A.4 – Estimated number M_{99} of T60 breaking operations to cover 99 % of field stresses ... 19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 310: Electrical endurance testing for circuit-breakers above a rated voltage of 52 kV

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC/TR 62271-310, which is a technical report, has been prepared by subcommittee 17A: High-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This second edition of IEC/TR 62271-310 cancels and replaces the first edition published in 2004. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

– reduction of number tests in the wear stage;

– new definition of acceptance test for demonstration of end-of-life thermal interruption capability.

The text of this technical report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
17A/803/DTR	17A/814/RVC

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of IEC 62271 series, under the general title *High-voltage switchgear and controlgear* can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Based on experience with existing high-voltage circuit-breakers in service and with system protection and maintenance policies, the majority of circuit-breaker applications are covered by class E1 as defined in 3.4.112 of IEC 62271-100. No additional tests for extended electrical endurance are required.

However, extended electrical endurance (class E2) as defined in 3.4.113 of IEC 62271-100 should be considered for the following reasons:

- Field experience collected so far by CIGRE is limited only for circuit-breaker designs available before 1994 (see for example reference [1], [2], [3][1] and Annex A.3). For this reason, the data collected by CIGRE so far can hardly be extrapolated to new designs. Therefore, for new types of circuit-breakers, extended electrical endurance can only be fully proven by laboratory tests.
- New maintenance practices tend towards “maintenance-free” circuit-breakers. The reduction of maintenance costs is a major issue for most users today.
- Deregulation of the electricity market may increase the electrical stresses applied to the circuit-breakers, within their proven capability. Installation of generation capacity by independent power producers will increase short-circuit levels in certain areas and consequently change stresses on breakers. This may result in higher stresses applied to circuit-breakers compared to past practice when the short-circuit rating of the circuit-breaker was in large excess of the actual fault currents.
- There is a need to standardize a single extended electrical endurance programme to avoid the specification of different programmes from different users.
- Many manufacturers provide information about electrical endurance capabilities of circuit-breakers during the purchasing process. There is a need to standardize the way this information is given to the users.

It must be noted that circuit-breakers having extended electrical endurance capability, are not intended for use in situations in which electrical arcing stress (which is a combination of high probability of fault occurrence and high fault current level) is beyond the 90-percentile of the electrical arcing stress, as summarized by the CIGRE survey [1] and calculations based on this material [3]. In other words, for networks that are prone to a very high electrical arcing stress, a custom made test programme, not covered by this technical report, is needed (see Clause A.7). Similarly, if users consider an interval between major maintenance of the electrical wearing parts of the interrupters of more than 25 years, a custom made test programme has to be considered.

When extended electrical endurance capability is required, this capability is demonstrated by the standardized test programmes outlined below as applicable to overhead line circuit-breakers above a rated voltage of 52 kV.

---

1 Figures in square brackets refer to the bibliography.

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 310: Electrical endurance testing for circuit-breakers above a rated voltage of 52 kV

1 Scope

This technical report is applicable to class E2 circuit-breakers above a rated voltage of 52 kV for use on overhead lines.

The test programmes are based on accumulated electrical stresses due to current interruption during a period of 25 years, which was chosen as representative for a maintenance-free interval.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 62271-100, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 23
INTRODUCTION 25
1 Domaine d'application 26
2 Références normatives 26
3 Termes et définitions 26
4 Procédure d'essais 26
4.1 Explication générale du programme d'essais d'endurance électrique accrue 27
4.2 Qualification de l'endurance électrique accrue obtenue en dehors des essais de type 30
4.3 Qualification de l'endurance électrique accrue combinée à des essais de type 33
Annexe A (informative) Notes explicatives 35
Bibliographie 42

Figure A.1 – Nombre estimé de contraintes T60 équivalentes pour différentes tensions assignées et pouvoirs de coupure assigné en court-circuit 39

Tableau 1 – Correspondance entre le facteur de tension capacitive utilisé pour les essais de type capacitifs normalisés et le facteur de tension capacitive à utiliser pour les essais de courants capacitifs du programme d'endurance électrique accrue 29
Tableau 2 – Séquence d'essais et critères pour les essais d'endurance électrique accrue effectués en dehors des essais de type 31
Tableau 3 – Conditions d'essais pour les essais d'endurance électrique accrue effectués en dehors des essais de type 32
Tableau 4 – Nombre équivalent de coupures 33
Tableau 5 – Nombre défini M_{90} de nombre d'essais T60 combinés avec les essais de type 33
Tableau 6 – Exemple de combinaison d'essais de type avec l'essai E2 pour un disjoncteur 50 kA dans un essai synthétique 34
Tableau A.1 – Liste des pays impliqués dans la collecte des données 36
Tableau A.2 – Données de référence utilisées 37
Tableau A.3 – Nombre de manœuvres de coupure pour différentes plages de courant de coupure en service durant 25 ans 39
Tableau A.4 – Nombre estimé M_{99} de manœuvres de coupure T60 pour couvrir 99 % de l'ensemble des contraintes 41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 310: Essais d'endurance électrique pour disjoncteurs de tension assignée supérieure à 52 kV

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

La CEI/TR 62271-310, qui est un rapport technique, a été établie par le sous-comité 17A: Appareillage à haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette deuxième édition de la CEI/TR 62271-310 annule et remplace la première édition parue en 2004. Elle constitue une révision technique.

La présente édition inclut les modifications techniques significatives suivantes par rapport à l'édition précédente:

– réduction du nombre d'essais durant la période d'essais d'usure;
– nouvelle définition de l'essai d'acceptation pour démonstration de la capacité de coupure thermique de fin de vie.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
17A/803/DTR	17A/814/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62271, présentées sous le titre général *Appareillage à haute tension* peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

En s'appuyant sur l'expérience acquise avec les disjoncteurs à haute tension actuels, le système de protection et leur politique de maintenance, la majorité des applications avec disjoncteurs est couverte par la classe E1 telle que définie en 3.4.112 de la CEI 62271-100. Aucun essai complémentaire n'est exigé pour l'endurance électrique accrue.

Toutefois, il convient de considérer l'endurance électrique accrue (classe E2) telle que définie en 3.4.113 de la CEI 62271-100 pour les raisons suivantes:

- L'expérience en service recueillie jusqu'ici par le CIGRE se limite seulement aux conceptions de disjoncteurs mis sur le marché avant 1994 (voir par exemple la référence [1], [2], [3][1] et l'Annexe A.3). Pour cette raison, les données recueillies jusqu'ici par le CIGRE peuvent à peine être extrapolées à de nouvelles conceptions. Toutefois, pour de nouveaux types de disjoncteurs, l'endurance électrique accrue ne peut être prouvée complètement que par des essais en laboratoire.
- De nouvelles pratiques de maintenance tendent vers l'utilisation de disjoncteurs «sans maintenance». La réduction des coûts de maintenance est un sujet important pour beaucoup d'utilisateurs actuellement.
- La dérégulation du marché de l'électricité peut augmenter les contraintes électriques appliquées aux disjoncteurs, sans dépasser leurs capacités. L'installation de capacités de production par des producteurs d'énergie indépendants peut augmenter les niveaux de court-circuit dans certaines zones et modifier par conséquent les contraintes sur les disjoncteurs. Ceci peut entraîner des contraintes plus élevées sur les disjoncteurs par rapport à l'habitude du passé lorsque les caractéristiques du court-circuit du disjoncteur étaient largement dimensionnées par rapport aux courants de défaut réels.
- Il est nécessaire de normaliser un seul programme d'endurance électrique accrue pour éviter la spécification de programmes différents par divers utilisateurs.
- Lors des achats de matériel, de nombreux constructeurs fournissent des informations concernant l'endurance électrique des disjoncteurs. Il y a un besoin de normaliser la façon dont ces informations sont données aux utilisateurs.

Il faut noter que les disjoncteurs ayant une capacité d'endurance électrique accrue, ne sont pas destinés à une utilisation dans des situations où les contraintes à l'arc électrique (qui sont une combinaison d'une haute probabilité d'apparition de défauts et d'un haut niveau de courant de défaut) vont au-delà du 90^{e} centile de ces contraintes, comme résumé par l'enquête du CIGRE [1] et les calculs basés sur ce matériel [3]. En d'autres termes, pour les réseaux sujets à de très hautes contraintes à l'arc électrique, un programme d'essai sur mesure, non traité dans le présent rapport technique, est nécessaire (voir Article A.7). De la même manière, si des utilisateurs considèrent un intervalle de temps de plus de 25 ans entre la maintenance principale des parties électriques des interrupteurs sujettes à l'usure, il y a lieu qu'un programme d'essai sur mesure soit considéré.

Lorsqu'une endurance électrique accrue est exigée, cette capacité est démontrée par les programmes normalisés d'essais ci-après qui sont applicables aux disjoncteurs de ligne aérienne de tension assignée supérieure à 52 kV.

---

1 Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 310: Essais d'endurance électrique pour disjoncteurs de tension assignée supérieure à 52 kV

1 Domaine d'application

Ce rapport technique s'applique à la classe E2 de disjoncteurs de tension assignée supérieure à 52 kV, prévus pour la manœuvre de lignes aériennes.

Les programmes d'essais sont basés sur des contraintes électriques cumulées dues à des interruptions de courant, durant une période de 25 ans, qui a été choisie comme représentative d'un intervalle de temps sans maintenance.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 62271-100, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*