IEC/TR 62655

Edition 1.0 2013-05

# TECHNICAL REPORT

# RAPPORT TECHNIQUE

## Tutorial and application guide for high-voltage fuses

## Guide explicatif et d'application pour les fusibles à haute tension

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX XF

ICS 29.120.50

ISBN 978-2-83220-811-3

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.**
**Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD ..... 5
INTRODUCTION ..... 7
0.1 Aims and objectives of this technical report ..... 7
0.2 How to use this technical report ..... 7
0.2.1 General ..... 7
0.2.2 Fuse tutorial ..... 7
0.2.3 Application information ..... 7
1 Scope ..... 9
2 Normative references ..... 9
3 Terms, definitions and abbreviations ..... 10
3.1 Terms and definitions ..... 10
3.2 Abbreviations ..... 10
4 Tutorial section ..... 10
4.1 A simple introduction to fuses ..... 10
4.1.1 General ..... 10
4.1.2 Fuse classifications and terms ..... 13
4.1.3 Basic principles of fuse operation ..... 15
4.1.4 Advantages of fuse protection ..... 15
4.1.5 Advantages of current-limiting fuses ..... 16
4.1.6 Types of high voltage fuses ..... 17
4.1.7 Application of fuse types ..... 20
4.2 Current-limiting fuses ..... 20
4.2.1 Construction and operation of current-limiting fuses ..... 20
4.2.2 Classification of current-limiting fuses ..... 24
4.2.3 Ratings of current-limiting fuses ..... 25
4.2.4 Characteristics of current-limiting fuses ..... 26
4.3 Expulsion fuses ..... 29
4.3.1 General operating principles ..... 29
4.3.2 Construction and operation of expulsion fuses ..... 30
4.3.3 Classification of expulsion fuses ..... 36
4.3.4 Ratings of expulsion fuses ..... 36
4.3.5 Characteristics of expulsion fuses ..... 37
4.4 Other related protective devices ..... 38
4.4.1 General ..... 38
4.4.2 Electronically activated devices ..... 38
4.4.3 Additional types of non-current limiting fuse ..... 40
4.5 Fuse-bases (fuse-mounts or fuse supports) ..... 41
4.5.1 General ..... 41
4.5.2 Insulation properties ..... 41
4.5.3 Current rating ..... 42
5 Application section ..... 43
5.1 General application information ..... 43
5.1.1 Service considerations ..... 43
5.1.2 Current rating selection ..... 52
5.1.3 Selection of the rated voltage of the fuse ..... 52
5.1.4 Coordination between fuses, and between fuses and other protective devices ..... 55

5.1.5 Current rating and breaking capacity considerations for fuses in parallel ..... 64
5.1.6 Voltage considerations of fuses in series ..... 65
5.1.7 Fuse recovery voltage withstand ..... 66
5.1.8 Partial discharge ..... 66
5.2 Typical applications ..... 66
5.2.1 Protection of cables and overhead lines ..... 66
5.2.2 Distribution transformer applications ..... 71
5.2.3 Motor-circuit applications ..... 86
5.2.4 Capacitor protection applications ..... 90
5.2.5 Voltage transformer applications ..... 104
5.2.6 Wind power generation applications ..... 105
5.2.7 Current-limiting fuses used in conjunction with mechanical switching devices ..... 108
5.3 Installation, operation, maintenance and replacement considerations ..... 111
5.3.1 General ..... 111
5.3.2 Installation guidelines ..... 112
5.3.3 Operation guidelines ..... 113
5.3.4 Maintenance considerations ..... 114
5.3.5 Replacement considerations ..... 116
5.4 Recycling ..... 118
Annex A (informative) Practical guidelines for thermal de-rating of current-limiting fuses ..... 119
Bibliography ..... 126

Figure 1 – Fuse pre-arcing time-current characteristic curve ..... 11
Figure 2 – High current interruption by current-limiting fuse and expulsion fuse ..... 13
Figure 3 – Comparison of operating Joule integral ($I^2t$) versus prospective current for current-limiting fuses and non-current-limiting fuses ..... 17
Figure 4 – Cut-away drawing of typical current-limiting fuse-link of the "DIN" dimensioned type ..... 21
Figure 5 – Current ranges for which different fuse classifications are intended ..... 24
Figure 6 – Typical cut-off characteristics ..... 27
Figure 7 – Distribution fuse-cutout construction ..... 31
Figure 8 – Types of expulsion fuse ..... 34
Figure 9 – Class B expulsion fuse ..... 35
Figure 10 – Schematic of a commutating type of current-limiter ..... 39
Figure 11 – Schematic of pyrotechnically assisted fuse ..... 40
Figure 12 – Description of the terms "up-stream" and "down-stream" fuses ..... 56
Figure 13 – Current-limiting fuse/Current-limiting fuse coordination example ..... 58
Figure 14 – Current-limiting fuse/Current-limiting fuse TCC curve example ..... 59
Figure 15 – Current-limiting fuse/Expulsion fuse example ..... 60
Figure 16 – Current limiting fuse/Expulsion fuse TCC curve example ..... 60
Figure 17 – Expulsion fuse/Current-limiting fuse example ..... 61
Figure 18 – Expulsion fuse/Current-limiting fuse TCC curve example ..... 62
Figure 19 – Reach example ..... 69
Figure 20 – Characteristics relating to the protection of the HV/LV transformer circuit ..... 76

Figure 21 – An example of matched melt coordination ..... 81
Figure 22 – An example of time-current crossover coordination ..... 84
Figure 23 – Fuse "no-damage" margin ..... 85
Figure 24 – Characteristics relating to the protection of a motor circuit ..... 90
Figure 25 – An example of capacitor case rupture curve characteristics ..... 102
Figure A.1 – Derating curves for some allowed temperature limits ..... 122
Figure A.2 – Practical example: dimensions ..... 123
Figure A.3 – Extract from IEC 60890 ..... 124
Figure A.4 – Practical example of application ..... 125

Table 1 – Common types of current-limiting fuse ..... 18
Table 2 – Common types of expulsion fuse ..... 19
Table 3 – Types of non-current-limiting fuse ..... 19
Table 4 – Fuse-related devices ..... 19
Table A.1 – Contact Temperature limits extracted from Table 6 of IEC 60282-1:2009 ..... 122

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

# TUTORIAL AND APPLICATION GUIDE FOR HIGH-VOLTAGE FUSES

## 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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
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 62655, which is a technical report, has been prepared by subcommittee 32A: High-Voltage Fuses, of IEC technical committee 32: Fuses

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

| Enquiry draft | Report on voting |
|---|---|
| 32A/296/DTR | 32A/301/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.

Significant portions of this technical report were excerpted and reprinted with permission from the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated, (IEEE) from C37.48.1-2012, "IEEE Guide for Operation, Classification, Application, and Coordination of Current-Limiting Fuses with Rated Voltages 1-38kV", Copyright 2002 IEEE, all rights reserved, 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ 08854.

Acknowledgments:
The Working Group thanks the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated, (IEEE) for permission to reproduce information from its global Standards IEEE C37.48.1-2012. All such extracts are copyright of IEEE, Piscataway, New Jersey. All rights reserved. Further information on the IEEE is available from www.standards.ieee.org. IEEE has no responsibility for the placement and context in which the extracts and contents are reproduced by the authors, nor is IEEE in any way responsible for the other content or accuracy therein.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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

## 0.1 Aims and objectives of this technical report

a) To help prospective users and protection engineers understand the basics of high-voltage (>1 000 V a.c.) fuse technology and applications involving high-voltage (HV) fuses;

b) to illustrate the particular and unique advantages of fuse protection for most service applications;

c) to minimise possible misapplications of fuses which could lead to problems in the field;

d) to list and describe the many types of fuse in use today, and the international standards that apply to them, including fuse types not specifically included in IEC or other recognized standards.

This technical report gathers information previously published in IEC and other publications, as well as new material. Duplicate information presently in these publications is therefore likely to be eliminated during their future revision.

## 0.2 How to use this technical report

### 0.2.1 General

If read from start to finish, this technical report will provide an in-depth study of HV fuses and their applications. It is essentially a tutorial covering all common (and some not so common) types of fuses and most fuse applications. However, it is assumed that few users will read the technical report in this way, but rather read the appropriate sections covering fuses and applications for which they require information. Based on this assumption, there is therefore some inevitable duplication of information. To assist the user in making best use of the document, a description of the content and relevance of each clause follows.

### 0.2.2 Fuse tutorial

After clauses on scope, references and definitions, Clause 4 contains primarily "tutorial" style information. The clause starts with a simple introduction to fuses, first with an explanation of how fuses work followed by information on basic fuse classifications and common fuse terms. Subclause 4.1.4 continues with lists of advantages gained by using fuses and then 4.1.6 provides a listing of basic fuse types for which application information will be given later. An in-depth look at the most common types of fuses is given in 4.2, current-limiting fuses and 4.3 expulsion fuses. The high level of detail given in 4.2 and 4.3, including information describing construction, operation, classification and published ratings and characteristics, may be necessary in order to understand the application information that follows in Clause 5. For completeness, 4.4 gives an overview of less common types of fuse (or fuse related) devices that may require additional testing to that covered in existing standards, and for which no further application information is provided. Subclause 4.5 covers fuse mountings.

### 0.2.3 Application information

Application information appears in Clause 5 and Annex A, and is split into four sections.

a) Subclause 5.1: this covers information common to nearly all applications.

b) Subclause 5.2: this contains information on specific applications.

c) Subclause 5.3: this covers installation, operation, maintenance, and replacement of fuses.

d) Annex A: this reproduces the current-limiting fuse temperature de-rating information previously published in IEC 60282-1:2009.

If a knowledgeable user requires application information on a specific subject in 5.2 (e.g. motor circuit fuses), it is possible that only the relevant subclause needs to be read – however in most cases additional information from 5.1 will be required for satisfactory fuse selection. It should be emphasized that the information contained in this report is intended to supplement

information supplied by the manufacturer of a fuse and not replace it. If there is any doubt or conflict of information, the fuse manufacturer should be consulted.

# TUTORIAL AND APPLICATION GUIDE FOR HIGH-VOLTAGE FUSES

## 1 Scope

This technical report provides information for understanding the construction, operation and application of high-voltage fuses in general. Current-limiting, expulsion, electronic, and other, non-current-limiting, fuses rated above 1 kV a.c. are all covered, as are North American, European and other application practices. As a technical report, this document contains no requirement and is informative only.

## 2 Normative references

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

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60071-1, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60076-1, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60076-7, *Power transformers – Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers*

IEC 60076-12, *Power transformers – Part 12: Loading guide for dry-type power transformers*

IEC 60282-1:2009, *High-voltage fuses – Part 1: Current-limiting fuses*

IEC 60282-2:2008, *High-voltage fuses – Part 2: Expulsion fuses*

IEC 60549, *High-voltage fuses for the external protection of shunt power capacitors*

IEC 60644, *Specification for high-voltage fuse-links for motor circuit applications*

IEC/TR 60890:1987, *A method of temperature-rise assessment by extrapolation for partially type-tested assemblies (PTTA) of low-voltage switchgear and controlgear*

IEC 60909-0, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*

IEC 62271-100:2012, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating current circuit-breakers*

IEC 62271-102, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches*

IEC 62271-103, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 103: Switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV*

IEC 62271-105:2012, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 105: Alternating current switch-fuse combinations for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV*

IEC 62271-106, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 106: Alternating current contactors, contactor-based controllers and motor-starters*

IEC 62271-107, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 107: Alternating current fused circuit-switchers for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV*

# SOMMAIRE

AVANT-PROPOS ..... 131
INTRODUCTION ..... 133
0.1 Finalités et objectifs du présent rapport technique ..... 133
0.2 Utilisation du rapport technique ..... 133
0.2.1 Généralités ..... 133
0.2.2 Explication concernant les fusibles ..... 133
0.2.3 Informations relatives à l'application ..... 133
1 Domaine d'application ..... 135
2 Références normatives ..... 135
3 Termes, définitions et abréviations ..... 136
3.1 Termes et définitions ..... 136
3.2 Abréviations ..... 136
4 Section explicative ..... 137
4.1 Introduction simple aux fusibles ..... 137
4.1.1 Généralités ..... 137
4.1.2 Classifications et terminologie des fusibles ..... 139
4.1.3 Principes essentiels de fonctionnement des fusibles ..... 141
4.1.4 Avantages de la protection par fusibles ..... 142
4.1.5 Avantages des fusibles limiteurs de courant ..... 142
4.1.6 Types de fusibles à haute tension ..... 144
4.1.7 Applications des types de fusibles ..... 147
4.2 Fusibles limiteurs de courant ..... 147
4.2.1 Conception et fonctionnement des fusibles limiteurs de courant ..... 147
4.2.2 Classification des fusibles limiteurs de courant ..... 152
4.2.3 Caractéristiques assignées des fusibles limiteurs de courant ..... 153
4.2.4 Caractéristiques des fusibles limiteurs de courant ..... 155
4.3 Fusibles à expulsion ..... 158
4.3.1 Principes généraux de fonctionnement ..... 158
4.3.2 Construction et fonctionnement des fusibles à expulsion ..... 159
4.3.3 Classification des fusibles à expulsion ..... 166
4.3.4 Caractéristiques assignées des fusibles à expulsion ..... 166
4.3.5 Caractéristiques des fusibles à expulsion ..... 168
4.4 Autres appareils de protection associés ..... 169
4.4.1 Généralités ..... 169
4.4.2 Appareils activés électroniquement ..... 169
4.4.3 Autres types de fusibles non-limiteurs de courant ..... 171
4.5 Socle (support de fusibles) ..... 172
4.5.1 Généralités ..... 172
4.5.2 Propriétés d'isolation ..... 172
4.5.3 Courant assigné ..... 174
5 Section utilisation ..... 174
5.1 Informations générales sur l'utilisation ..... 174
5.1.1 Considérations relatives au fonctionnement ..... 174
5.1.2 Sélection du courant assigné ..... 184
5.1.3 Choix de la tension assignée du fusible ..... 185
5.1.4 Coordination entre les fusibles, et entre les fusibles et d'autres appareils de protection ..... 188

5.1.5 Considérations sur les caractéristiques de courant et le pouvoir de coupure pour des fusibles montés en parallèle ..... 199
5.1.6 Tension en cas de fusibles montés en série ..... 200
5.1.7 Résistance des fusibles à la tension de rétablissement. ..... 201
5.1.8 Décharge partielle ..... 201
5.2 Applications typiques ..... 201
5.2.1 Protection de câbles et de lignes aériennes ..... 201
5.2.2 Applications aux transformateurs de distribution ..... 207
5.2.3 Applications pour des circuits comprenant des moteurs ..... 223
5.2.4 Applications de protection de condensateur ..... 227
5.2.5 Applications avec transformateur de tension ..... 243
5.2.6 Applications pour production d'énergie éolienne ..... 245
5.2.7 Fusibles limiteurs de courant utilisés en conjonction avec des appareils mécaniques de connexion ..... 248
5.3 Observations relatives à l'installation, au fonctionnement, à l'entretien et au remplacement ..... 252
5.3.1 Généralités ..... 252
5.3.2 Directives relatives à l'installation ..... 253
5.3.3 Directives de fonctionnement ..... 254
5.3.4 Considérations relatives à la maintenance ..... 254
5.3.5 Observations relatives au remplacement ..... 257
5.4 Recyclage ..... 259
Annexe A (informative) Conseils pratiques pour le déclassement thermique des fusibles limiteurs de courant ..... 261
Bibliographie ..... 269

Figure 1 – Courbe caractéristique temps-courant de préarc d'un fusible ..... 137
Figure 2 – Interruption d'un courant élevé par un fusible limiteur de courant et par un fusible à expulsion ..... 139
Figure 3 – Comparaison de l'intégrale de Joule de fonctionnement ($I^2t$) par rapport à un courant présumé pour des fusibles limiteurs de courant et des fusibles non limiteurs de courant ..... 143
Figure 4 – Dessin de coupe de l'élément de remplacement d'un type de fusible limiteur de courant conforme aux dimensions DIN ..... 149
Figure 5 – Gammes de courants auxquelles s'appliquent les différentes classes de fusibles ..... 153
Figure 6 – Caractéristiques types d'amplitude du courant limité ..... 156
Figure 7 – Construction d'un fusible-déconnecteur de distribution ..... 160
Figure 8 – Types de fusibles à expulsion ..... 164
Figure 9 – Fusible à expulsion de Classe "B" ..... 165
Figure 10 – Schéma d'un limiteur de courant de type commutant ..... 170
Figure 11 – Schéma d'un fusible assisté par un système pyrotechnique ..... 171
Figure 12 – Définition des termes fusibles "amont" et "aval" ..... 190
Figure 13 – Exemple de coordination entre fusibles limiteurs de courant ..... 192
Figure 14 – Exemple de courbe TTC entre fusibles limiteurs de courant ..... 193
Figure 15 – Exemple fusible limiteur de courant-coupe/circuit à expulsion ..... 194
Figure 16 – Exemple de courbe fusible limiteur de courant/fusible à expulsion ..... 194
Figure 17 – Exemple de fusible à expulsion-fusible limiteur de courant ..... 195

Figure 18 – Exemple de courbe TCC fusible à expulsion-fusible limiteur de courant ..... 196
Figure 19 – Exemple de portée ..... 204
Figure 20 – Courbes caractéristiques pour la protection d'un circuit comprenant un transformateur HT/BT ..... 212
Figure 21 – Un exemple de coordination de fusible à fusible ..... 218
Figure 22 – Un exemple de coordination à croisement de courbes temps-courant ..... 220
Figure 23 – Marge de fusible "sans dommage" ..... 222
Figure 24 – Caractéristiques relatives à la protection d'un circuit comportant un moteur ..... 227
Figure 25 – Exemple de caractéristiques de courbe de rupture de cuve de condensateur ..... 241
Figure A.1 – Courbe de déclassement pour certaines limites de température autorisées ..... 265
Figure A.2 – Exemple pratique: dimensions ..... 266
Figure A.3 – Extrait de la CEI 60890 ..... 267
Figure A.4 – Exemple pratique d'application ..... 268

Tableau 1 – Types courants de fusibles limiteurs de courants ..... 145
Tableau 2 – Types courants de fusibles à expulsion ..... 146
Tableau 3 – Types de fusibles non limiteurs de courants ..... 146
Tableau 4 – Appareils apparentés à des fusibles ..... 147
Tableau A.1 – Limites de température de contact tirées du Tableau 6 de CEI 60282-1:2009 ..... 265

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

# GUIDE EXPLICATIF ET D'APPLICATION POUR LES FUSIBLES À HAUTE TENSION

## 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 de la CEI 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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Il convient que tous les utilisateurs s'assurent 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets 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 62655, qui est un rapport technique, a été établie par le sous-comité 32A: Coupe-circuits à fusibles à haute tension, du comité d'études 32 de la CEI: Coupe-circuits à fusibles

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

| Projet d'enquête | Rapport de vote |
|---|---|
| 32A/296/DTR | 32A/301/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.

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

Une part significative de ce rapport technique a été extrait et réutilisé avec l'autorisation de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated, (IEEE) à partir du document C37.48.1-2012, "IEEE Guide for Operation, Classification, Application, and Coordination of Current-Limiting Fuses with Rated Voltages 1-38kV", Copyright 2002 IEEE, tous droits réservés, 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ 08854.

Remerciements:
Le Groupe de Travail remercie l'Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated, (IEEE) pour la permission de reproduire des informations à partir de sa norme IEEE C37.48.1-2012. Tous les extraits sont la propriété de l'IEEE, Piscataway, New Jersey. Tous droits réservés. Plus d'informations sur l'IEEE sont disponibles sur le site internet www.standards.ieee.org. L'IEEE n'a aucune responsabilité quant aux emplacements et au contexte dans lesquels les extraits et contenus sont reproduits par les auteurs, ni n'est en aucun cas responsable des autres contenus et de leur exactitude.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité 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

## 0.1 Finalités et objectifs du présent rapport technique

a) Pour aider les utilisateurs potentiels et les ingénieurs spécialisés en protection à comprendre les bases de la technologie des fusibles à haute tension (>1 000 V en courant alternatif) et des applications utilisant des fusibles haute tension (HT);

b) pour illustrer les avantages particuliers et uniques de la protection par fusibles pour la plupart des applications;

c) pour réduire au maximum les risques de mauvaise utilisation des fusibles pouvant entraîner des problèmes spécifiques;

d) pour énumérer et décrire les nombreux types de fusibles actuellement utilisés, ainsi que les Normes internationales qui s'y rattachent, y compris les types de fusibles ne faisant pas l'objet de normes CEI spécifiques ou d'autres normes reconnues.

Le présent Rapport Technique rassemble des informations précédemment publiées dans des normes CEI ou d'autres publications, de même que des informations nouvelles. Les informations répétées présentes dans ces publications sont donc susceptibles d'être supprimées lors des révisions ultérieures.

## 0.2 Utilisation du rapport technique

### 0.2.1 Généralités

La lecture intégrale du présent rapport technique fournit une étude approfondie des fusibles à haute tension (HT) et de leurs applications. Ce rapport constitue essentiellement une explication qui couvre tous les types courants de fusibles (et certains moins courants) et la plupart de leurs applications. Cependant, on considère que peu d'utilisateurs liront ce rapport in extenso, mais liront plutôt les parties se rapportant particulièrement aux fusibles et applications pour lesquels ils ont besoin d'informations. Si on se base sur cette hypothèse, certaines informations sont inévitablement répétées. Pour aider l'utilisateur à exploiter au mieux ce document, une description du sommaire et de la pertinence de chaque article est fournie ci-après.

### 0.2.2 Explication concernant les fusibles

Après les articles qui concernent le domaine d'application, les références et les définitions, l'Article 4 contient en priorité des informations de type "explicatif". L'article commence par une simple introduction aux fusibles avec une explication sur le fonctionnement des fusibles suivie d'informations sur les classes de fusibles essentielles et sur la terminologie courante associée. Le Paragraphe 4.1.4 qui suit énumère les avantages liés à l'utilisation des fusibles puis 4.1.6 fournit une liste de types de fusibles essentiels pour lesquels des informations relatives à leur application seront apportées plus loin. Une présentation détaillée des types de fusibles les plus courants est donnée en 4.2, fusibles limiteurs de courant, et en 4.3 des fusibles à expulsion . Le haut degré de précision des informations apportées en 4.2 et 4.3, y compris les informations décrivant la construction, le fonctionnement, la classification et les caractéristiques assignées, peut être nécessaire pour comprendre les informations relatives à l'application, qui suivent dans l'Article 5. Pour être exhaustif, 4.4 donne une vue d'ensemble de types de fusibles moins courants ou d'appareils (associés) qui peuvent nécessiter des essais supplémentaires à ceux traités dans les normes existantes, et pour lesquels aucune autre information n'est fournie en ce qui concerne leur application. Le Paragraphe 4.5 couvre les montages de fusibles.

### 0.2.3 Informations relatives à l'application

Les informations relatives à l'application figurent dans l'Article 5 et l'Annexe A, et se divisent en quatre parties.

a) Paragraphe 5.1: il traite des informations courantes qui concernent presque toutes les applications.

b) Paragraphe 5.2: il comporte des informations relatives à des applications spécifiques.

c) Paragraphe 5.3: il traite des opérations suivantes: installation, fonctionnement, maintenance et remplacement des fusibles.

d) Annexe A: elle reproduit les informations relatives au déclassement thermique des fusibles limiteurs de courant initialement publiées dans la CEI 60282-1:2009.

Si un utilisateur averti a besoin des informations relatives à une application spécifique en 5.2, (par ex., fusibles de circuit moteur) il est possible que seul le paragraphe pertinent ait besoin d'être relu – cependant, dans la plupart des cas des informations complémentaires de 5.1 seront nécessaires pour une sélection satisfaisante des fusibles. Il convient de souligner que les informations contenues dans le présent rapport sont destinées à compléter les informations fournies par le fabricant du fusible et non à les remplacer. En cas de doute ou d'informations contradictoires, il convient de consulter le fabricant.

# GUIDE EXPLICATIF ET D'APPLICATION POUR LES FUSIBLES À HAUTE TENSION

## 1 Domaine d'application

Le présent rapport technique donne des informations afin de faciliter la compréhension de la fabrication, du fonctionnement et de l'application des fusibles à haute tension dans leur ensemble. Tous les fusibles limiteurs de courant, fusibles à expulsion, électroniques, et autres fusibles non limiteurs de courant, ayant une tension assignée supérieure à 1 kV courant alternatif, sont couverts au même titre que les pratiques usuelles en Amérique du Nord, en Europe et autres. En tant que rapport technique, le présent document ne contient aucune exigence et est uniquement informatif.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60038, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60071-1, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60076-1, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

CEI 60076-7, *Transformateurs de puissance – Partie 7: Guide de charge pour transformateurs immergés dans l'huile*

CEI 60076-12, *Transformateurs de puissance – Partie 12: Guide de charge pour transformateurs de puissance de type sec*

CEI 60282-1:2009, *Fusibles à haute tension – Partie 1: Fusibles limiteurs de courant*

CEI 60282-2:2008, *Fusibles à haute tension – Partie 2: Coupe-circuit à expulsion*

CEI 60549, *Coupe-circuit à fusibles haute tension destinés à la protection externe des condensateurs de puissance en dérivation*

CEI 60644, *Spécification relative aux éléments de remplacement à haute tension destinés à des circuits comprenant des moteurs*

CEI/TR 60890:1987, *Méthode de détermination par extrapolation des échauffements pour les ensembles d'appareillage à basse tension derives de série (EDS)*

CEI 60909-0, *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 0: Calcul des courants*

CEI 62271-100:2012, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*

CEI 62271-102, *Appareillage à haute tension – Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif*

CEI 62271-103, *Appareillage à haute tension – Partie 103: Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

CEI 62271-105:2012, *Appareillage à haute tension – Partie 105: Combinés interrupteurs-fusibles pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus*

CEI 62271-106, *Appareillage à haute tension – Partie 106: Contacteurs, combinés de démarrage à contacteurs et démarreurs de moteurs, pour courant alternatif*

CEI 62271-107, *Appareillage à haute tension – Partie 107: Circuits-switchers fusiblés pour courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus*