

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

**Low-voltage switchgear and controlgear – Overcurrent protective devices –
Part 1: Application of short-circuit ratings**

**Appareillage à basse tension – Dispositifs de protection contre les surintensités –
Partie 1: Application des caractéristiques de court-circuit**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61912-1:2007



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

**Low-voltage switchgear and controlgear – Overcurrent protective devices –
Part 1: Application of short-circuit ratings**

**Appareillage à basse tension – Dispositifs de protection contre les surintensités –
Partie 1: Application des caractéristiques de court-circuit**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Alphabetical list of definitions and characteristics	8
4 Principle of application – Installation	9
5 Characteristics – Low-voltage assemblies (switchboard, distribution board, etc.).....	9
6 Characteristics – Switching devices.....	10
6.1 General.....	10
6.2 Switching devices – Self-protection against short-circuit.....	10
6.3 Switching devices – Application as SCPD.....	11
6.3.1 Fuse-combination units and fuses as SCPD	11
6.3.2 Circuit-breakers to IEC 60947-2 as SCPD	11
6.3.3 Control and protective switching devices (CPS) according to IEC 60947-6-2 as SCPD	12
6.3.4 Circuit-breakers according to IEC 60898-1 (MCBs) and residual current operated circuit-breaker with integral overcurrent protection (RCBOs) according to IEC 61009-1 as SCPD	12
7 Examples of the practical application of the product characteristics.....	13
7.1 General.....	13
7.2 Protection of cables.....	13
7.3 Short-circuit protection for LV assemblies.....	13
7.3.1 Switchgear and controlgear assemblies (switchboard/motor-control centre (MCC)).....	13
7.3.2 Busbar trunking systems (BTS)	13
7.4 Short-circuit protection for contactors and starters	14
7.4.1 General	14
7.4.2 Protected switching device and protected starter	14
7.4.3 Control and protective switching device (CPS) according to IEC 60947-6-2	15
7.5 Short-circuit protection using circuit-breakers for household and similar installations according to IEC 60898-1 (usually known as MCBs) and residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection (RCBOs) according to IEC 61009-1	15
Annex A (informative) Interpolation of the suitability of an alternative SCPD for the protection of contactors and starters (substitution).....	21
Bibliography.....	22
Figure 1 – Example of the I^2t characteristic of a fuse.....	17
Figure 2 – Example of the I^2t characteristic of a circuit-breaker	17
Figure 3 – Example of SCPDs in combination	18
Figure 4 – Example of the derivation of a conditional rating from type-test parameters	19
Figure 5a – Co-ordination of a motor-starter with a fuse.....	20

Figure 5b – Co-ordination of a motor-starter with circuit-breaker	20
Figure 5 – Illustration of co-ordination between motor-starter and SCPD.....	20
Table 1 – Ratio k between service short-circuit capacity (I_{CS}) and rated short-circuit capacity (I_{CN}) for an MCB according to IEC 60898-1	16
Table 2 – Value of the prospective test current according to the rated operational current	16

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61912-1:2007

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –
OVERCURRENT PROTECTIVE DEVICES –****Part 1: Application of short-circuit ratings**

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 61912-1, which is a technical report, has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This edition cancels and replaces the first edition of IEC 61912, published in 2006, and corrigendum 1 (May 2006). The changes are only editorial.

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

Enquiry draft	Report on voting
17B/1547/DTR	17B/1564/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 the parts of the IEC 61912 series, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear – Overcurrent protective devices*, 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61912-1:2007

INTRODUCTION

Low-voltage equipment standards IEC 60947 and IEC 60439 currently include short-circuit ratings for products and assemblies respectively, defined in terms of the ability of the equipment to operate at a level of peak current, an r.m.s. current for a specified time and/or a level of current conditional upon a short-circuit protective device in series. In practice the correct application of the various short-circuit ratings needs to be fully understood by the circuit designer to avoid leaving a circuit or equipment with inadequate short-circuit protection. It is also useful to take full advantage of the capability of devices and systems to avoid over-engineering, with the consequent unnecessary additional cost.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61912-1:2007

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR – OVERCURRENT PROTECTIVE DEVICES –

Part 1: Application of short-circuit ratings

1 Scope

This technical report, which serves as an application guide for the short-circuit ratings given in IEC standards for low-voltage switchgear and controlgear and assemblies, summarises the definitions of the ratings and provides examples of their application.

NOTE This document does not concern itself with household (domestic) installations.

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 60255 (all parts), *Electrical relays*

IEC 60269-1, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

IEC 60439-1, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

IEC 60439-2, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Particular requirements for busbar trunking systems (busways)*

IEC 60898-1, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation*

IEC 60947-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

IEC 60947-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*

IEC 60947-4-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

IEC 60947-6-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-2: Multiple function equipment – Control and protective switching devices (or equipment) (CPS)*

IEC 61009-1, *Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) – Part 1: General rules*

3 Alphabetical list of definitions and characteristics

	Clause
B	
Breaking capacity of a fuse-link	6.3.1
C	
Circuit-breaker according to IEC 60898-1	6.2 b) ii)
Circuit-breaker according to IEC 60947-2	6.2 b) ii)
Conditional short-circuit rating (back-up protection)	4
Control and protective switching device (CPS) according to IEC 60947-6-2	6.2 b) iv)
Cut-off current of a circuit-breaker according to IEC 60947-2	6.3.2
Cut-off current of a fuse-link	6.3.1
F	
Fuse-combination unit to IEC 60947-3	6.2 b) i)
O	
Operating I^2t (Joule integral) of a circuit-breaker according to IEC 60947-2	6.3.2
Operating I^2t (Joule integral) of a fuse-link	6.3.1
P	
Peak short-circuit current I_p	4
Prospective (available) short-circuit current I_{cp}	4
Protected starter according to IEC 60947-4-1	6.2 b) iii)
Protected switching device according to IEC 60947-4-1	6.2 b) iii)
R	
Rated conditional short-circuit current I_n of a contactor or motor starter	7.4.2
Rated conditional short-circuit current I_{cc} of a circuit of an assembly	5
Rated peak withstand current I_{pk} of a circuit of an assembly	5
Rated service short-circuit breaking capacity I_{cs} of a circuit-breaker according to IEC 60947-2	6.3.2
Rated short-circuit breaking capacity I_{cs} of a CPS	6.3.3
Rated short-circuit capacity I_{cn} of a circuit-breaker according to IEC 60898-1 and of a residual current operated circuit-breaker with integral overcurrent protection (RCBO)	6.3.4
according to IEC 61009-1	6.3.2
Rated short-circuit making capacity I_{cm} of a circuit-breaker according to IEC 60947-2	5
Rated short-time withstand current I_{cw} of a circuit of an assembly	6.3.2
Rated short-time withstand current I_{cw} of a circuit-breaker according to IEC 60947-2	6.3.2
Rated ultimate short-circuit breaking capacity I_{cu} of a circuit-breaker according to IEC 60947-2	6.3.2
Residual current operated circuit-breaker with integral overcurrent protection (RCBO) according to IEC 61009-1	6.2 b) ii)
S	
Service short-circuit capacity I_{cs} of a circuit-breaker according to IEC 60898-1 and of a residual current operated circuit-breaker with integral overcurrent protection (RCBO)	7.5
according to IEC 61009-1	4
Short-circuit protective device (SCPD)	4
Steady-state short-circuit current I_k	4
Symmetrical short-circuit breaking current I_b	4

4 Principle of application – Installation

In order to ensure the capability of equipment under short-circuit conditions, the circuit designer shall firstly have available the value of the prospective fault level at the point of installation of each item of equipment. This is produced by a system protection study. Short-circuit parameters are defined in terms that include the following:

- **prospective (available) short-circuit current I_{cp}**
current that would flow if the short-circuit were replaced by an ideal connection of negligible impedance without any change of the supply
- **peak short-circuit current I_p**
maximum possible instantaneous value of the prospective (available) short-circuit current
- **symmetrical short-circuit breaking current I_b**
r.m.s. value of an integral cycle of the symmetrical a.c. component of the prospective (available) short-circuit current at the instant of contact separation of the first pole of a switching device
- **steady-state short-circuit current I_k**
r.m.s. value of the prospective short-circuit current which remains, after the decay of the transient phenomena:
 - unlimited
 - limited by an SCPD (short-circuit protective device)

Additional useful definitions:

- **short-circuit protective device (SCPD)**
device intended to protect a circuit or part of a circuit against short-circuit currents by interrupting them
- **conditional short-circuit rating (back-up protection)**
short-circuit rating, of a device or an assembly, dependent on an SCPD connected in series with the device or assembly

5 Characteristics – Low-voltage assemblies (switchboard, distribution board, etc.)

An assembly will have a short-circuit rating assigned by the manufacturer specified as the maximum permissible prospective short-circuit current, defined in terms of current and time, at the point of connection to the incoming terminals. The short-circuit rating of the assembly should be equal to or exceed the maximum prospective short-circuit current at the point of connection to the system. The assembly manufacturer is responsible for ensuring the capability of the equipment between the incoming and outgoing terminals of the assembly (incoming and outgoing devices, busbars, connections, etc.). The short-circuit rating will have been determined by the manufacturer, in accordance with the applicable part of the IEC 60439 series.

The terminology to define the short-circuit rating of an assembly is given in the standard as follows:

- **rated short-time withstand current I_{cw} (of a circuit of an assembly)**
Summarised as: r.m.s value of short-time current that a circuit of an assembly can carry without damage under specified test conditions, defined in terms of a current and time, e.g. 20 kA, 0,2 s.

- **rated peak withstand current I_{pk} (of a circuit of an assembly)**
Summarised as: value of peak current that a circuit can withstand satisfactorily under specified test conditions.
- **rated conditional short-circuit current I_{cc} (of a circuit of an assembly)**
Summarised as: r.m.s. value of prospective short-circuit current that a circuit, protected by a specified short-circuit protective device (SCPD), can withstand satisfactorily for the operating time of that device, under specified test conditions.

NOTE The short-circuit protective device may form an integral part of the assembly or may be a separate unit.

An assembly may be assigned a value of I_{cc} alone.

An assembly may be assigned values of I_{cw} and I_{pk} (but cannot be assigned a value of I_{cw} or I_{pk} alone).

An assembly may be assigned values of I_{cw} , I_{pk} and I_{cc} .

An assembly may be assigned different values of I_{cc} for different circuit protective devices and/or system voltages.

An assembly may be assigned different values of I_{cw} for different short-time periods e.g. 0,2 s, 0,5 s, 1 s.

6 Characteristics – Switching devices

6.1 General

In terms of short-circuit capability, switching devices shall be considered in respect of their function in the particular application. A switching device is considered in two respects, self-protection and use as a short-circuit protective device (SCPD) where applicable.

6.2 Switching devices – Self-protection against short-circuit

The following cases are considered:

- a) Load and overload switching alone, without any short-circuit switching capability.
In this case the switching device will be short-circuit rated on a similar basis to a circuit of an assembly (see Clause 5), with a rating of I_{cw} and/or a conditional short-circuit rating, but will in addition have a rated short-circuit making capacity I_{cm} .
- b) Load, overload and short-circuit switching capability:
 - i) Fuse-combination units according to IEC 60947-3 – a fuse-combination unit is normally self-protecting up to the breaking capacity of the fuse. In this case the short-circuit breaking function is provided by the integral fuses and the switching device will have a conditional short-circuit rating.
 - ii) Circuit-breakers according to IEC 60947-2, circuit-breakers according to IEC 60898-1 and residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection (RCBOs) according to IEC 61009-1 – the device will be self-protecting up to its breaking capacity rating (see 6.3.2). At fault levels above the breaking capacity rating, a circuit-breaker may be capable of operating with “back-up” protection by an SCPD (this is in effect a conditional rating, but the term is not generally used in this context).
 - iii) Protected switching devices and protected starters according to IEC 60947-4-1 – a contactor, semiconductor controller or a motor-starter, including overload protection, a manual switching device and an SCPD rated as a unit. These devices have a rated conditional short-circuit current I_q and are self-protecting up to this level.

- iv) Control and protective switching devices (CPS) according to IEC 60947-6-2 – a switching device (or equipment) capable of operation other than by hand, but with or without local manual operating means. A CPS is capable of making, carrying and breaking currents under normal conditions, including specified operating overload conditions and of making, carrying for a specified time and breaking currents under specified abnormal conditions such as those of short-circuits. A CPS has a rated service short-circuit breaking capacity and is self-protecting up to this level.

6.3 Switching devices – Application as SCPD

6.3.1 Fuse-combination units and fuses as SCPD

Since the short-circuit breaking function in fuse-combination units is provided by the fuses, it is the fuse characteristics that are considered. These are given in IEC 60269-1 as follows:

- **breaking capacity of a fuse-link**
Summarised as: value (for a.c. the r.m.s. value of the a.c. component) of prospective current that a fuse-link is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use.
- **cut-off current of a fuse-link**
Summarised as: maximum instantaneous value reached by the current during the breaking operation of a fuse-link when it operates to prevent the current reaching the prospective peak.
- **operating I^2t (Joule integral) of a fuse-link**
Summarised as: integral of the square of the current over the operating time of the fuse-link under short-circuit conditions.

Sometimes referred to as “let-through energy”. When expressed in A^2s gives the energy dissipated per ohm and thus represents the thermal effect on the circuit.

See Figure 1: Example of the I^2t characteristic of a fuse.

6.3.2 Circuit-breakers according to IEC 60947-2 as SCPD

The short-circuit breaking function is provided by the circuit-breaker itself and the following characteristics should be considered.

Moulded-case circuit-breakers (MCCBs) and air circuit-breakers (ACBs) are rated according to IEC 60947-2 as follows:

- **rated short-circuit making capacity I_{cm}**
Summarised as: maximum peak prospective current that the circuit-breaker can make satisfactorily.
- **rated ultimate short-circuit breaking capacity I_{cu}**
Summarised as: r.m.s prospective current that the circuit-breaker is capable of breaking at a specified voltage, under defined test conditions which include one break operation and one make/break operation.

The I_{cu} rating of a circuit-breaker should be equal to or exceed the prospective (available) short-circuit current at the point of installation. The exception being where the circuit-breaker is itself protected by another SCPD, the combination being rated for a higher short-circuit current.

See Figure 3: Example of SCPDs in combination.

- **rated service short-circuit breaking capacity I_{cs}**
Summarised as: r.m.s prospective current that the circuit-breaker is capable of breaking at a specified voltage, under defined test conditions which include one break operation and two make/break operations.

The standard specifies fixed relationships to I_{cs}/I_{cu} of 25 %, 50 %, 75 % or 100 %.

The I_{cs} rating of a circuit-breaker is applied where assurance of continuity of service is required after a short-circuit fault.

- **rated short-time withstand current I_{cw}**

Summarised as: r.m.s value of short-time current assigned by the manufacturer, based on specified test conditions.

Minimum values are given in the standard.

A circuit-breaker can only be assigned rated short-time withstand currents I_{cw} if it is equipped with a time-delay short-circuit release.

A circuit-breaker may be assigned different values of I_{cw} for different short-time periods e.g. 0,2 s, 0,5 s, 1 s.

All circuit-breakers according to IEC 60947-2 have values of I_{cu} and I_{cs} .

Circuit-breaker characteristics not specified in IEC 60947-2 but having application to short-circuit protection:

- **cut-off current of a circuit-breaker**

Summarised as: maximum instantaneous value reached by the current during the breaking operation of a circuit-breaker when it operates to prevent the current reaching the prospective peak.

NOTE A current limiting circuit-breaker exhibits cut-off under short-circuit conditions. A non-current limiting circuit-breaker does not exhibit cut-off.

- **operating I^2t (Joule integral) of a circuit-breaker**

Summarised as: integral of the square of the current over the operating time of the circuit-breaker under short-circuit conditions.

Sometimes referred to as “let-through energy”. When expressed in A^2s gives the energy dissipated per ohm and thus represents the thermal effect on the circuit.

See Figure 2: Example of the I^2t characteristic of a circuit-breaker.

Non-automatic circuit-breakers (i.e. without overcurrent sensing) are also used as SCPD in combination with external overcurrent protective relays according to IEC 60255.

6.3.3 Control and protective switching devices (CPS) according to IEC 60947-6-2 as SCPD

A CPS has a rated short-circuit breaking capacity I_{cs} and the application of the CPS as an SCPD is the same as that for a circuit-breaker (see 6.3.2).

6.3.4 Circuit-breakers according to IEC 60898-1 (MCBs) and residual current operated circuit-breaker with integral overcurrent protection (RCBOs) according to IEC 61009-1 as SCPD

The short-circuit breaking function is provided by the circuit-breaker/RCBO itself and the following characteristic should be considered:

- **rated short-circuit capacity I_{cn}**

Summarised as: the ultimate short-circuit breaking capacity of the circuit-breaker.

An MCB/RCBO is also tested for a service short-circuit capacity I_{cs} , which has a fixed relationship to I_{cn} (see Table 1).

7 Examples of the practical application of the product characteristics

7.1 General

In simple studies only the r.m.s value of steady-state prospective short-circuit current I_k is quoted. The peak current is assumed to be in a standard relationship to the r.m.s current, determined by the overall power factor, and taken into account by the respective IEC standards, e.g. IEC 60947-1, Table 16.

7.2 Protection of cables

The application of short-circuit protective devices to cable protection is detailed in the installation rules of IEC 60364 and is given by:

$$(I^2t)_{\text{SCPD}} \leq (k^2 S^2)_{\text{cable}}$$

where

k is a factor depending upon the materials of the cable (conductivity and insulation), and S is the nominal cross-sectional area of the conductor.

It is accepted that the selection of the protective device on the basis of overload protection and compliance with the above formula at the breaking capacity of the SCPD, provides complete short-circuit protection, in the case of non-time delayed devices.

In the case of fuses according to IEC 60269-1 and MCBs according to IEC 60898-1 it is accepted that selection of the protective device on the basis of overload protection of a cable allows determination of the cable details for short-circuit protection, since the operating characteristics are defined in the respective standards. The details are generally presented in the form of a table in installations rules.

7.3 Short-circuit protection for LV assemblies

7.3.1 Switchgear and controlgear assemblies (switchboard/motor-control centre (MCC))

The prospective short-circuit current, given as an r.m.s. value, at the input to the switchboard is obtained from a system protection study.

- a) If the switchboard/MCC has an I_{cw} higher than the prospective current level, then the only requirement is to limit the time for which a short-circuit could persist to within the corresponding short-time value. This is achieved by the time-delay setting of short-circuit releases upstream or at the incomer to the switchboard/MCC.
- b) If the switchboard/MCC has an I_{cc} higher than the prospective current level, then the only requirement is to include the specified SCPD in the circuit. This may be added in the circuit upstream or may already be integral to the switchboard/MCC.

NOTE It is important that the SCPDs specified by the manufacturer are used, e.g. fuses not replaced by fuses of a higher rating or links.

7.3.2 Busbar trunking systems (BTS)

The prospective short-circuit current, given as an r.m.s. value, at the input to the BTS, is obtained from a system protection study.

- a) If the BTS has an I_{cw} higher than the prospective current level, then the only requirement is to limit the time for which a short-circuit could persist to within the short-time value. This is achieved by the time-delay setting of short-circuit releases upstream.
- b) If the BTS has an I_{cw} lower than the prospective current level I_k but has an I_{cc} rating higher than I_k , then the only requirement is to include the specified SCPD in the circuit

upstream or in the busbar trunking feeder unit. The suitability of any given SCPD may be derived from the cut-off current and Joule-integral characteristics by comparison with type test parameters.

See Figure 4: Example of the derivation of a conditional rating from type-test parameters.

7.4 Short-circuit protection for contactors and starters

7.4.1 General

Motor-starters and contactors are not generally self-protecting against the effects of short-circuit and therefore need to be associated with an SCPD. In this particular case, test procedures according to IEC 60947-4-1 recognise the difficulty of protecting sensitive devices from damage under heavy short-circuit conditions. Thus a special case of conditional rating is obtained which allows two types of co-ordination with an SCPD:

- Type “1” co-ordination requires that, under short-circuit conditions, the contactor or starter shall cause no damage to persons or installation and may not be suitable for further service without repair or replacement of parts.
- Type “2” co-ordination requires that, under short-circuit conditions, the contactor or starter shall cause no damage to persons or installation and shall be suitable for further use. The risk of contact welding is recognised, in which case the manufacturer shall indicate the measures to be taken as regards the maintenance of the equipment.

These ratings can only be obtained by type-testing and thus the data for the selection of the SCPD shall be obtained from the manufacturer of the contactor/starter, taking into account the rated operational current, rated operational voltage and the corresponding utilisation category.

The rated conditional short-circuit current of contactors and starters backed up by short-circuit protective device(s) (SCPD(s)), combination starters and protected starters is verified by short-circuit tests at two levels of prospective current:

- a) at the rated conditional short-circuit current I_q ; and
- b) an additional test is made at a current “ r ” as shown in Table 2. The test current “ r ” is considered a critical current for a contactor and the test ensures the performance of the contactor at this level.

NOTE Further information about co-ordination between fuses and contactors/motor-starters is given in IEC/TR 61459.

Annex A gives conditions for interpolation of the suitability of an alternative SCPD for the protection of contactors and starters.

7.4.2 Protected switching device and protected starter

These devices according to IEC 60947-4-1 have a rated conditional short-circuit current I_q .

The I_q rating should equal or exceed the prospective short-circuit current at the point of installation.

The rated conditional short-circuit current I_q is derived under test conditions which include the method of mounting of the devices, including any enclosure. Within the test procedure according to IEC 60947-4-1, it is established that the SCPD takes over the current interruption at a level of current within the breaking capacity of the contactor or controller or motor-starter, as applicable.

See Figure 5: Illustration of co-ordination between motor-starter and SCPD.

7.4.3 Control and protective switching device (CPS) according to IEC 60947-6-2

The ability of a CPS to operate on short-circuit is stated in terms of the rated service short-circuit capacity I_{cs} and the CPS is self-protecting up to this level.

Additional tests are made on a CPS at two levels of critical current:

- a) conventional current “ r ”, as for contactors and motor-starters (see 7.4.1);
- b) conventional current I_{cr} , at between 15 – 30 times rated current I_e according to rating.

A CPS effectively provides a level of co-ordination which provides continuity of service in the event of a short-circuit, the test conditions for which do not allow contact welding.

7.5 Short-circuit protection using circuit-breakers for household and similar installations according to IEC 60898-1 (usually known as MCBs) and residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection (RCBOs) according to IEC 61009-1

NOTE This document does not concern itself with household (domestic) installations.

MCBs/RCBOs have a rated short-circuit capacity I_{cn} , summarised as: r.m.s prospective current that the circuit-breaker is capable of breaking at a specified voltage, under defined test conditions which include one break operation and one make/break operation.

MCBs/RCBOs also have a service short-circuit capacity I_{cs} , summarised as: r.m.s. prospective current that the device is capable of breaking at a specified voltage, under defined test conditions which include two break operations and one make/break operation. The product standard specifies a fixed relationship between I_{cs} and I_{cn} (see Table 1).

MCBs and RCBOs are marked with the values of I_{cn} but not with the I_{cs} values as these are predefined as stated above.

The I_{cn} rating of an MCB/RCBO should equal or exceed the prospective (available) short-circuit current at the point of installation.

When applied in other than domestic (household) situations, the MCB may need to be “backed-up” by another SCPD. Only testing of the required combination is satisfactory and thus the data shall be obtained from the manufacturer of the SCPD or the manufacturer of the MCB.

For application outside the scope of IEC 60898-1, i.e. over 125 A rating and/or 440 V rating, MCBs can be rated in accordance with IEC 60947-2 and applied accordingly (see 6.3.2).

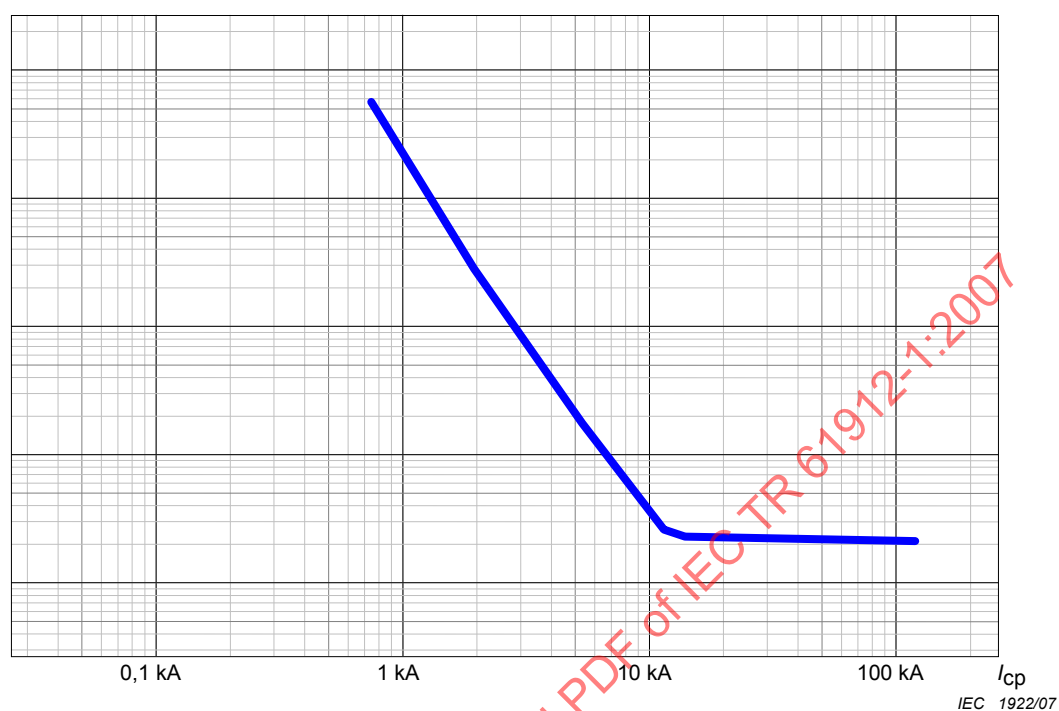
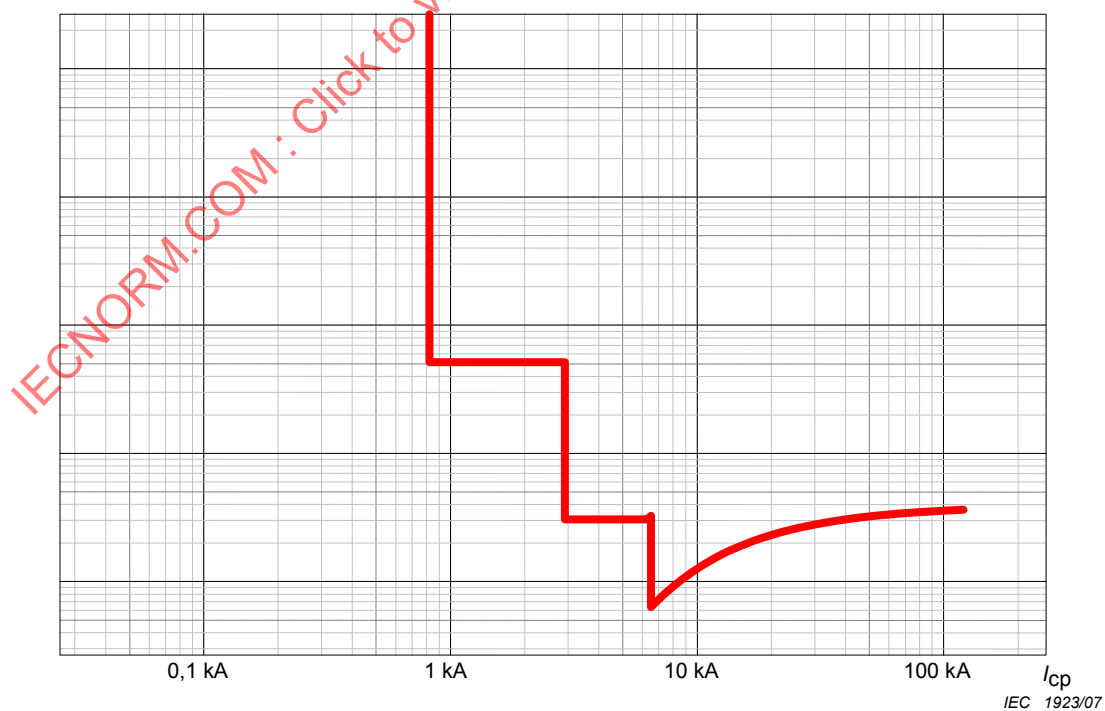
Table 1 – Ratio k between service short-circuit capacity (I_{cs}) and rated short-circuit capacity (I_{cn}) for an MCB according to IEC 60898-1

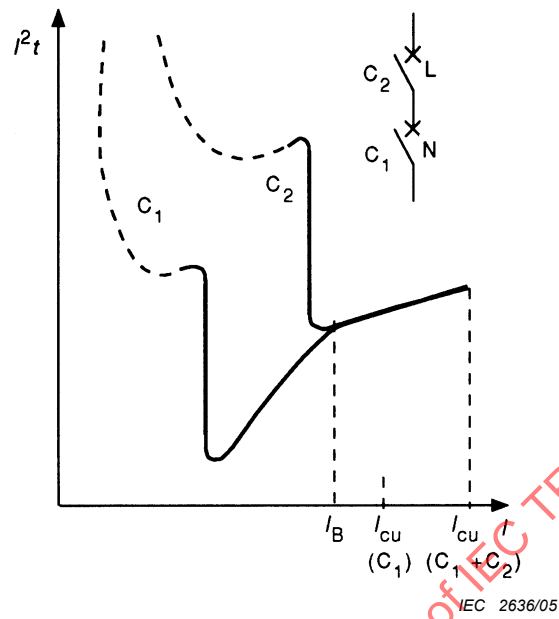
I_{cn}	k
$I_{cn} \leq 6\,000\text{ A}$	1
$6\,000\text{ A} < I_{cn} \leq 10\,000\text{ A}$	0,75 ^a
$I_{cn} > 10\,000\text{ A}$	0,5 ^b
^a Minimum value of I_{cs} : 6 000 A ^b Minimum value of I_{cs} : 7 500 A	

$$I_{cs} = k \cdot I_{cn}$$

Table 2 – Value of the prospective test current according to the rated operational current

Rated operational current I_e (AC-3) ^a A	Prospective test current " r " kA
$0 < I_e \leq 16$	1
$16 < I_e \leq 63$	3
$63 < I_e \leq 125$	5
$125 < I_e \leq 315$	10
$315 < I_e \leq 630$	18
$630 < I_e \leq 1\,000$	30
$1\,000 < I_e \leq 1\,600$	42
$1\,600 < I_e$	Subject to agreement between manufacturer and user
^a If the contactor or starter is not specified according to utilization category AC-3, the prospective current " r " shall correspond to the highest rated operational current for any utilization category claimed by the manufacturer.	

Let-through energy (A^2s)Figure 1 – Example of the I^2t characteristic of a fuseLet-through energy (A^2s)Figure 2 – Example of the I^2t characteristic of a circuit-breaker



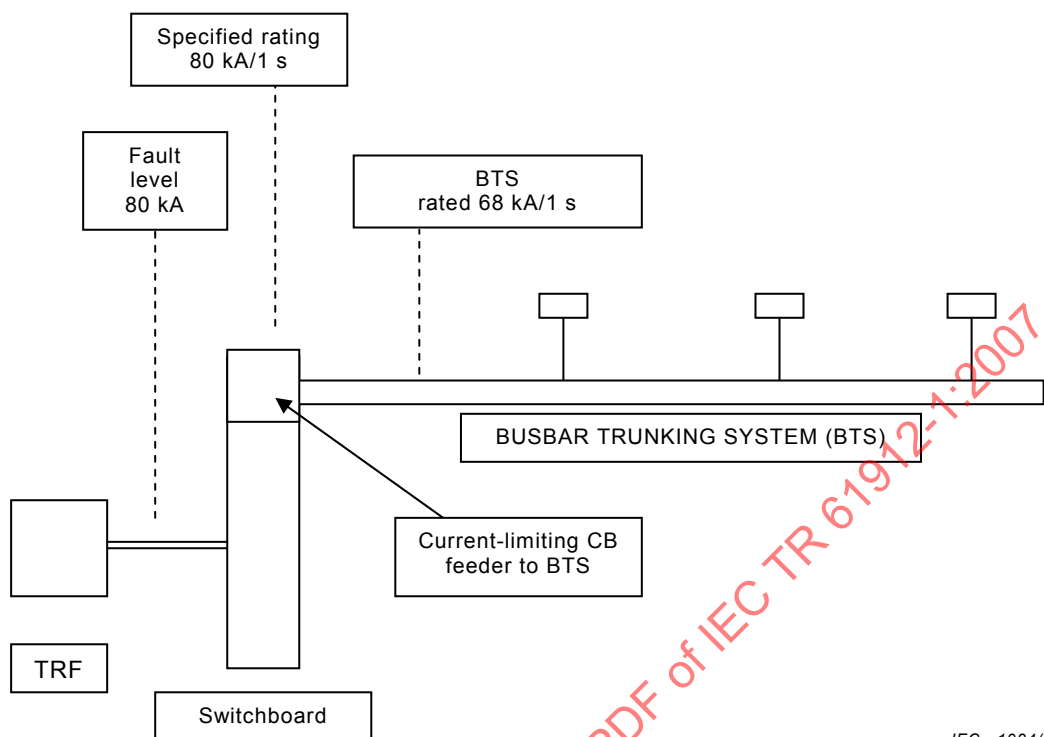
Key

I_B Take-over current

C_1 Non-current-limiting circuit-breaker (N)

C_2 Current-limiting circuit-breaker (L)

Figure 3 – Example of SCPDs in combination



IEC 1924/07

- 1) Peak current withstand of BTS (I_{pk}), from type-test according to IEC 60439-2
 $= 68 \times 2,2 \times 10^3 = 150 \text{ kA}$

Cut-off peak current at 80 kA of current-limiting CB rated thermally for the BTS = 120 kA

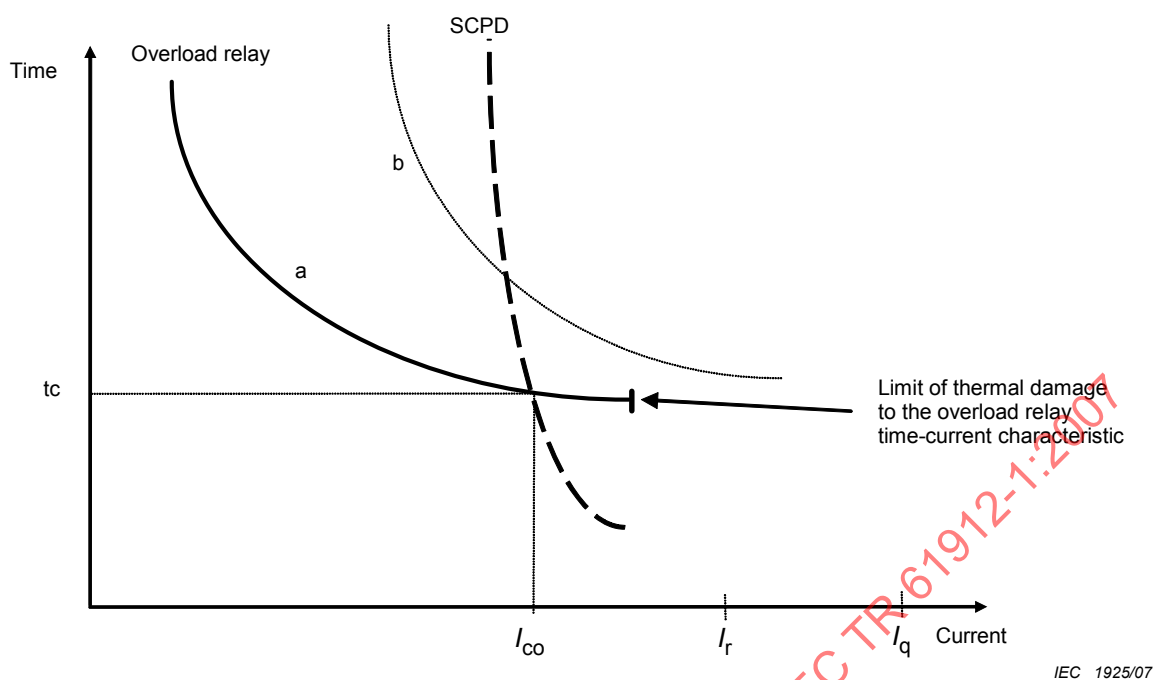
NOTE 2,2 is the peak to r.m.s. ratio according to IEC 60439-1.

- 2) Withstand let-through energy (I^2t) of BTS at 68 kA, from type-test according to IEC 60439-2
 $= [68 \times 10^3]^2 \times 1 = 4,624 \times 10^6 \text{ A}^2\text{s}$

Let-through energy at 80 kA of current-limiting CB rated thermally for the BTS = $70 \times 10^6 \text{ A}^2\text{s}$

Therefore the system is protected against short-circuit

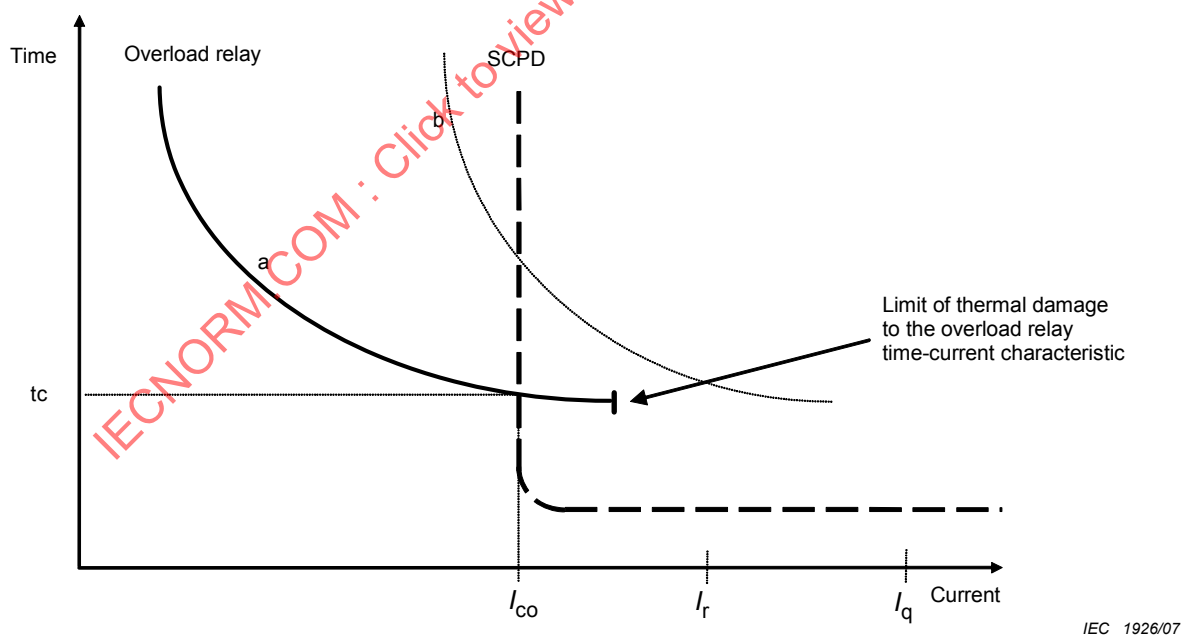
Figure 4 – Example of the derivation of a conditional rating from type-test parameters



Key

- a mean overload relay time-current characteristic from cold state
- b time-current characteristic withstand capability of contactor

Figure 5a – Co-ordination of a motor-starter with a fuse



Key

- a mean overload relay time-current characteristic from cold state
- b time-current characteristic withstand capability of contactor

Figure 5b – Co-ordination of a motor-starter with circuit-breaker

Figure 5 – Illustration of co-ordination between motor-starter and SCPD

Annex A

(informative)

Interpolation of the suitability of an alternative SCPD for the protection of contactors and starters (substitution)

Conditions for valid interpolation from tested arrangement:

- a) The SCPD only may be substituted.
- b) Like types of SCPD only may be substituted, i.e. a fuse for a fuse or a circuit-breaker for a circuit-breaker.
- c) Substitution of the SCPD will be valid for type 1 and type 2 co-ordination for an overload relay or a contactor.

The verification is based on information provided by the manufacturer from the results of tests according to IEC 60947-4-1.

The method is composed of three parts:

- Substitution verification

The values of rated operational voltage, rated operational current and rated conditional short-circuit current (I_q) for the substitute application shall not be higher than the reference tested data.

- Substitute I_p and I^2t verification

Considering the characteristics of the substitute SCPD, the I_p and I^2t values shall be determined for the rated conditional short-circuit current I_q and rated operational voltage.

- Contactor/overload verification

The values of I_p and I^2t determined as above shall be not greater than the reference test values.

Conformity with the above shows that the SCPD substitution is valid and no further verification tests are required.

Bibliography

IEC/TR 61459, *Coordination between fuses and contactors/motor-starters – Application guide*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61912-1:2007

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61912-1:2007

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
INTRODUCTION	28
1 Domaine d'application	29
2 Références normatives	29
3 Liste alphabétique des définitions et des caractéristiques	30
4 Principe d'application – Installation	31
5 Caractéristiques – Ensembles d'appareillage à basse tension (tableau de commande, tableau de distribution, etc.)	31
6 Caractéristiques – Appareils de connexion	32
6.1 Généralités	32
6.2 Appareils de connexion – Autoprotection contre les courts-circuits	32
6.3 Appareils de connexion – Utilisation comme DPCC	33
6.3.1 Combinés-fusibles et fusibles comme DPCC	33
6.3.2 Disjoncteurs selon la CEI 60947-2 comme DPCC	33
6.3.3 Appareils de connexion de commande et de protection (ACP) selon la CEI 60947-6-2 comme DPCC	34
6.3.4 Disjoncteurs selon la CEI 60898-1 (MCB) et interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec protection contre les surintensités incorporée (DD) selon la CEI 61009-1 comme DPCC	34
7 Exemples d'application pratique des caractéristiques de produit	35
7.1 Généralités	35
7.2 Protection des câbles	35
7.3 Protection contre les courts-circuits pour les ensembles à basse tension	35
7.3.1 Ensembles d'appareillage (tableaux de commande/centres de commande de moteurs (MCC))	35
7.3.2 Canalisations préfabriquées	36
7.4 Protection contre les courts-circuits pour les contacteurs et les démarreurs	36
7.4.1 Généralités	36
7.4.2 Appareil de connexion protégé et démarreur protégé	37
7.4.3 Appareils de connexion de commande et de protection (ACP) selon la CEI 60947-6-2	37
7.5 Protection contre les courts-circuits utilisant des disjoncteurs pour installations domestiques et analogues selon la CEI 60898-1 (usuellement connus comme MCB) et des interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec protection contre les surintensités incorporée (DD) selon la CEI 61009-1	37
Annexe A (informative) Interpolation du caractère approprié d'un DPCC de remplacement pour la protection des contacteurs et des démarreurs (substitution)	43
Bibliographie	44
Figure 1 – Exemple de la caractéristique I^2t d'un fusible	39
Figure 2 – Exemple de la caractéristique I^2t d'un disjoncteur	39
Figure 3 – Exemple d'une combinaison de DPCC	40

Figure 4 – Exemple de déduction d'une caractéristique conditionnelle à partir de paramètres d'essai de type	41
Figure 5a – Coordination d'un démarreur avec un fusible.....	42
Figure 5b – Coordination d'un démarreur avec un disjoncteur	42
Figure 5 – Illustration d'une coordination entre un démarreur et un DPCC	42
Tableau 1 – Rapport k entre le pouvoir de coupure de service en court-circuit (I_{CS}) et le pouvoir de coupure assigné (I_{CN}) pour un MCB selon la CEI 60898-1	38
Tableau 2 – Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi	38

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61912-1:2007

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION – DISPOSITIFS DE PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITÉS –

Partie 1: Application des caractéristiques de court-circuit

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 61912, qui est un rapport technique, a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette édition annule et remplace la première édition de la CEI 61912, publiée en 2006, et le corrigendum 1 (mai 2006). Les modifications ne sont que rédactionnelles.

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

Projet d'enquête	Rapport de vote
17B/1547/DTR	17B/1564/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 61912, sous le titre général *Appareillage à basse tension – Dispositifs de protection contre les surintensités*, 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61912-1:2007

INTRODUCTION

Les normes de matériel à basse tension CEI 60947 et CEI 60439 comprennent actuellement des caractéristiques de court-circuit, respectivement pour les produits et les ensembles d'appareillage, définies en termes de capacité du matériel à fonctionner à un niveau de courant de crête, à un courant efficace d'une durée spécifiée et/ou à un niveau de courant conditionnel avec un dispositif de protection contre les courts-circuits en série. En pratique l'utilisation correcte des différentes caractéristiques de court-circuit nécessite d'être complètement comprise par le concepteur du circuit pour éviter de laisser un circuit ou un matériel avec une protection inadéquate contre les courts-circuits. Il est aussi utile de profiter de l'aptitude des appareils et des systèmes pour éviter tout suréquipement ayant pour conséquence un coût supplémentaire inutile.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61912-1:2007

APPAREILLAGE À BASSE TENSION – DISPOSITIFS DE PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITÉS –

Partie 1: Application des caractéristiques de court-circuit

1 Domaine d'application

Le présent rapport technique, qui sert de guide d'application pour les caractéristiques de court-circuit données dans les normes CEI de l'appareillage à basse tension et des ensembles d'appareillage, résume les définitions des caractéristiques et donne des exemples de leur application.

NOTE Le présent document ne concerne pas les installations domestiques.

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 60255 (toutes les parties), *Relais électriques*

CEI 60269-1, *Fusibles basse tension – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

CEI 60439-1, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série*

CEI 60439-2, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 2: Règles particulières pour les canalisations préfabriquées*

CEI 60898-1, *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues – Partie 1: Disjoncteurs pour le fonctionnement en courant alternatif*

CEI 60947-1, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 60947-2, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*

CEI 60947-3, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles*

CEI 60947-4-1, *Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques*

CEI 60947-6-2, *Appareillage à basse tension – Partie 6-2: Matériels à fonctions multiples – Appareils (ou matériel) de connexion de commande de protection (ACP)*

CEI 61009-1, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec protection contre les surintensités incorporée pour installations domestiques et analogues (DD) – Partie 1: Règles générales*

3 Liste alphabétique des définitions et des caractéristiques

	Article
A	
Appareil de connexion de commande et de protection (ACP) selon la CEI 60947-6-2	6.2 b) iv)
Appareil de connexion protégé selon la CEI 60947-4-1	6.2 b) iii)
C	
Caractéristique conditionnelle de court-circuit (protection d'accompagnement)	4
Combiné-fusible selon la CEI 60947-3	6.2 b) i)
Courant assigné de court-circuit conditionnel I_{cc} d'un circuit d'un ensemble	5
Courant assigné de court-circuit conditionnel I_q d'un contacteur ou d'un démarreur	7.4.2
Courant assigné de courte durée admissible I_{cw} d'un circuit d'un ensemble	5
Courant assigné de courte durée admissible I_{cw} d'un disjoncteur selon la CEI 60947-2	6.3.2
Courant assigné de crête admissible I_{pk} d'un circuit d'un ensemble	5
Courant coupé limité d'un disjoncteur selon la CEI 60947-2	6.3.2
Courant coupé limité d'un élément de remplacement	6.3.1
Courant de court-circuit de crête I_p	4
Courant de court-circuit permanent I_k	4
Courant de court-circuit présumé I_{cp}	4
Courant symétrique de coupure en court-circuit I_b	4
D	
Démarreur protégé selon la CEI 60947-4-1	6.2 b) iii)
Disjoncteur selon la CEI 60898-1	6.2 b) ii)
Disjoncteur selon la CEI 60947-2	6.2 b) ii)
Dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC)	4
I	
Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec protection contre les surintensités incorporée (DD) selon la CEI 61009-1	6.2 b) ii)
I^2t de fonctionnement (intégrale de Joule) d'un disjoncteur selon la CEI 60947-2	6.3.2
I^2t de fonctionnement (intégrale de Joule) d'un élément de remplacement	6.3.1
P	
Pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit I_{cs} d'un disjoncteur selon la CEI 60947-2	6.3.2
Pouvoir assigné de coupure en court-circuit I_{cs} d'un ACP	6.3.3
Pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit I_{cu} d'un disjoncteur selon la CEI 60947-2	6.3.2
Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit I_{cm} d'un disjoncteur selon la CEI 60947-2	6.3.2
Pouvoir de coupure assigné I_{cn} d'un disjoncteur selon la CEI 60898-1 et d'un interrupteur automatique à courant différentiel résiduel avec protection contre les surintensités incorporée (DD) selon la CEI 61009-1	6.3.4
Pouvoir de coupure d'un élément de remplacement	6.3.1
Pouvoir de coupure de service en court-circuit I_{cs} d'un disjoncteur selon la CEI 60898-1 et d'un interrupteur automatique à courant différentiel résiduel avec protection contre les surintensités incorporée (DD) selon la CEI 61009-1	7.5

4 Principe d'application – Installation

Dans le but d'assurer l'aptitude du matériel dans des conditions de court-circuit, le concepteur du circuit doit d'abord avoir à sa disposition la valeur du niveau de défaut présumé au point d'installation de chacun des matériels. Cela est fourni par une étude de la protection du circuit d'alimentation. Les paramètres de court-circuit sont définis dans des termes qui comprennent ceux qui suivent:

- **courant de court-circuit présumé I_{cp}**
courant qui circulerait si le court-circuit était remplacé par une connexion idéale d'impédance négligeable, sans modification de l'alimentation
- **courant de court-circuit de crête I_p**
valeur instantanée maximale possible du courant de court-circuit présumé
- **courant symétrique de coupure en court-circuit I_b**
valeur efficace d'un cycle complet de la composante alternative symétrique du courant de court-circuit présumé à l'instant de la séparation des contacts du premier pôle de l'appareil de connexion
- **courant de court-circuit permanent I_k**
valeur efficace du courant présumé de court-circuit qui demeure, après extinction du phénomène transitoire:
 - illimité
 - limité par un DPCC (dispositif de protection contre les courts-circuits)

Définitions complémentaires utiles:

- **dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC)**
dispositif destiné à protéger un circuit ou des parties d'un circuit contre les courants de court-circuit par l'interruption de ceux-ci
- **caractéristique conditionnelle de court-circuit (protection d'accompagnement)**
caractéristique de court-circuit, d'un appareil ou d'un ensemble d'appareillage, dépendant d'un DPCC connecté en série avec l'appareil ou l'ensemble d'appareillage

5 Caractéristiques – Ensembles d'appareillage à basse tension (tableau de commande, tableau de distribution, etc.)

Un ensemble aura une caractéristique en court-circuit, assignée par le constructeur, spécifiée comme étant le courant de court-circuit présumé maximal autorisé, défini en termes de courant et de durée, au point de raccordement aux bornes d'entrée. Il convient que la caractéristique en court-circuit de l'ensemble soit égale ou excède le courant de court-circuit présumé maximal au point de raccordement au réseau. Le constructeur de l'ensemble est chargé de garantir l'aptitude du matériel entre les bornes d'entrée et de sortie de l'ensemble (appareils d'entrée et de sortie, câblage, raccordements, etc.). La caractéristique en court-circuit aura été déterminée par le constructeur, conformément à la partie applicable de la série CEI 60439.

La terminologie pour définir la caractéristique en court-circuit d'un ensemble est donnée dans la norme comme suit:

- **courant assigné de courte durée admissible I_{cw} (d'un circuit d'un ensemble)**
Résumé de la façon suivante: valeur efficace du courant de courte durée qu'un circuit d'un ensemble peut supporter sans dommage dans des conditions d'essai spécifiées, définie en termes de courant et de durée, par exemple 20 kA, 0,2 s.

- **courant assigné de crête admissible I_{pk} (d'un circuit d'un ensemble)**
Résumé de la façon suivante: valeur du courant de crête qu'un circuit peut supporter de façon satisfaisante dans des conditions d'essai spécifiées.
- **courant assigné de court-circuit conditionnel I_{cc} (d'un circuit d'un ensemble)**
Résumé de la façon suivante: valeur efficace du courant présumé de court-circuit qu'un circuit, protégé par un dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC) spécifié, peut supporter de façon satisfaisante pendant le temps de fonctionnement de ce dispositif, dans des conditions d'essai spécifiées.

NOTE Le dispositif de protection contre les courts-circuits peut faire partie intégrante de l'ensemble ou peut être une unité séparée.

Un ensemble peut être caractérisé par une valeur de I_{cc} seul.

Un ensemble peut être caractérisé par des valeurs de I_{cw} et de I_{pk} (mais ne peut pas être caractérisé par une valeur de I_{cw} ou de I_{pk} seul).

Un ensemble peut être caractérisé par des valeurs de I_{cw} , I_{pk} et de I_{cc} .

Un ensemble peut être caractérisé par différentes valeurs de I_{cc} pour différents dispositifs de protection et/ou de tensions du réseau.

Un ensemble peut être caractérisé par différentes valeurs de I_{cw} pour différentes durées courtes, par exemple 0,2 s, 0,5 s, 1 s.

6 Caractéristiques – Appareils de connexion

6.1 Généralités

En ce qui concerne l'aptitude au court-circuit, les appareils de connexion doivent être considérés selon leur fonction dans l'application particulière. Un appareil de connexion est considéré à deux égards, l'autoprotection et l'utilisation comme dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC), le cas échéant.

6.2 Appareils de connexion – Autoprotection contre les courts-circuits

Les cas suivants sont considérés:

- a) Manœuvre en charge ou en surcharge uniquement, sans aucune aptitude de manœuvre en court-circuit.

Dans ce cas, l'appareil de connexion sera caractérisé en court-circuit sur une base similaire à celle d'un circuit d'un ensemble (voir Article 5), avec une caractéristique en court-circuit I_{cw} et/ou une caractéristique de court-circuit conditionnel, mais aura de plus un pouvoir assigné de fermeture en court-circuit I_{cm} .

- b) Aptitude de manœuvre en charge, en surcharge et en court-circuit:

- i) Combinés-fusibles selon la CEI 60947-3 – un combiné-fusible est normalement autoprotégé jusqu'au pouvoir de coupure du fusible. Dans ce cas, la fonction de coupure en court-circuit est assurée par les fusibles intégrés et l'appareil de connexion aura une caractéristique de court-circuit conditionnel.
- ii) Disjoncteurs selon la CEI 60947-2, disjoncteurs selon la CEI 60898-1 et interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec protection contre les surintensités incorporée (DD) selon la CEI 61009-1 – l'appareil sera autoprotégé jusqu'à son pouvoir de coupure (voir 6.3.2). Aux niveaux de défaut supérieurs au pouvoir de coupure, un disjoncteur peut être capable de fonctionner avec une protection d'accompagnement par un DPCC (cela est en fait une caractéristique conditionnelle, mais le terme n'est généralement pas employé dans ce contexte).

- iii) Appareils de connexion protégés et démarreurs protégés selon la CEI 60947-4-1 – un contacteur, un gradateur ou un démarreur à semiconducteurs, comprenant une protection de surcharge, un appareil de connexion manuel et un DPCC caractérisés comme une unité. Ces appareils ont un courant assigné de court-circuit conditionnel I_q et sont autoprotégés jusqu'à ce niveau.
- iv) Appareils de connexion de commande et de protection (ACP) selon la CEI 60947-6-2 – un appareil (ou matériel) de connexion capable de manœuvres autres qu'à la main, mais avec ou sans dispositifs manuels de commande locale. Un ACP est capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans des conditions normales, y compris les conditions spécifiées de fonctionnement en surcharge, et d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées telles que celles de court-circuit. Un ACP a un pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit et est autoprotégé jusqu'à ce niveau.

6.3 Appareils de connexion – Utilisation comme DPCC

6.3.1 Combinés-fusibles et fusibles comme DPCC

Puisque la fonction de coupure en court-circuit dans les combinés-fusibles est assurée par les fusibles, ce sont les caractéristiques du fusible qui sont à considérer. Celles-ci sont données dans la CEI 60269-1 comme suit:

- **pouvoir de coupure d'un élément de remplacement**
Résumé de la façon suivante: valeur (en courant alternatif la valeur efficace de la composante alternative) du courant présumé qu'un élément de remplacement est capable d'interrompre sous une tension spécifiée et dans des conditions prescrites d'emploi.
- **courant coupé limité d'un élément de remplacement**
Résumé de la façon suivante: valeur instantanée maximale du courant atteinte pendant le fonctionnement d'un élément de remplacement lorsqu'il fonctionne de manière à empêcher le courant d'atteindre la valeur de crête présumée.
- **I^2t de fonctionnement (intégrale de Joule) d'un élément de remplacement**
Résumé de la façon suivante: intégrale du carré du courant pendant la durée de fonctionnement de l'élément de remplacement dans des conditions de court-circuit.

Parfois nommée «énergie passante limitée». Exprimée en A^2s , elle donne l'énergie dissipée par ohm et représente ainsi l'effet thermique dans le circuit.

Voir Figure 1: Exemple de la caractéristique I^2t d'un fusible.

6.3.2 Disjoncteurs selon la CEI 60947-2 comme DPCC

La fonction de coupure en court-circuit est assurée par le disjoncteur lui-même et il convient de considérer les caractéristiques suivantes.

Les disjoncteurs en boîtier moulé (MCCBs) et les disjoncteurs à air (ACBs) sont caractérisés selon la CEI 60947-2 comme suit:

- **pouvoir assigné de fermeture en court-circuit I_{cm}**
Résumé de la façon suivante: valeur maximale de crête du courant présumé que le disjoncteur peut établir de manière satisfaisante.
- **pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit I_{cu}**
Résumé de la façon suivante: valeur efficace du courant présumé que le disjoncteur peut couper sous une tension spécifiée, dans des conditions d'essai définies qui comprennent une manœuvre d'ouverture et une manœuvre de fermeture/ouverture.

Il convient que la caractéristique I_{cu} d'un disjoncteur soit égale ou supérieure au courant de court-circuit présumé au point de l'installation. L'exception étant lorsque le disjoncteur est lui-même protégé par un autre DPCC, la combinaison étant caractérisée pour un courant de court-circuit plus élevé.

Voir Figure 3: Exemple d'une combinaison de DPCC.

- **pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit I_{cs}**
Résumé de la façon suivante: valeur efficace du courant présumé que le disjoncteur peut couper sous une tension spécifiée, dans des conditions d'essai définies qui comprennent une manœuvre d'ouverture et deux manœuvres de fermeture/ouverture.

La norme spécifie des rapports I_{cs}/I_{cu} fixes de 25 %, 50 %, 75 % ou 100 %.

La caractéristique I_{cs} d'un disjoncteur est appliquée lorsque l'assurance de la continuité de service est requise après un défaut de court-circuit.

- **courant assigné de courte durée admissible I_{cw}**
Résumé de la façon suivante: valeur efficace du courant de courte durée assignée par le constructeur, basée sur des conditions d'essai spécifiées.

Les valeurs minimales sont données dans la norme.

Un disjoncteur peut seulement être caractérisé par des courants assignés de courte durée admissible I_{cw} s'il est équipé d'un déclencheur de court-circuit à retard.

Un disjoncteur peut être caractérisé par différentes valeurs de I_{cw} pour différentes durées courtes, par exemple 0,2 s, 0,5 s, 1 s.

Tous les disjoncteurs selon la CEI 60947-2 ont des valeurs de I_{cu} et I_{cs} .

Caractéristiques de disjoncteur non spécifiées dans la CEI 60947-2 mais ayant une application concernant la protection contre les courts-circuits:

- **courant coupé limité d'un disjoncteur**
Résumé de la façon suivante: valeur instantanée maximale du courant atteinte pendant le fonctionnement d'un disjoncteur lorsqu'il fonctionne de manière à empêcher le courant d'atteindre la valeur de crête présumée.

NOTE Un disjoncteur limiteur de courant présente un courant coupé limité dans des conditions de court-circuit. Un disjoncteur non limiteur de courant ne présente pas de courant coupé limité.

- **I^2t de fonctionnement (intégrale de Joule) d'un disjoncteur**
Résumé de la façon suivante: intégrale du carré du courant pendant la durée de fonctionnement du disjoncteur dans des conditions de court-circuit.

Parfois nommée «énergie passante limitée». Exprimée en A^2s , elle donne l'énergie dissipée par ohm et représente ainsi l'effet thermique dans le circuit.

Voir Figure 2: Exemple de la caractéristique I^2t d'un disjoncteur.

Les disjoncteurs non automatiques (c'est-à-dire sans détection de surintensité) sont aussi utilisés comme DPCC en association avec des relais externes de protection contre les surintensités selon la CEI 60255.

6.3.3 Appareils de connexion de commande et de protection (ACP) selon la CEI 60947-6-2 comme DPCC

Un ACP a un pouvoir assigné de coupure en court-circuit I_{cs} et l'utilisation d'un ACP comme DPCC est la même que pour un disjoncteur (voir 6.3.2).

6.3.4 Disjoncteurs selon la CEI 60898-1 (MCB) et interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec protection contre les surintensités incorporée (DD) selon la CEI 61009-1 comme DPCC

La fonction de coupure en court-circuit est assurée par le disjoncteur/DD lui-même et il convient de considérer la caractéristique suivante:

- **pouvoir de coupure assigné I_{cn}**

Résumé de la façon suivante: pouvoir de coupure limite en court-circuit du disjoncteur.

Un MCB/DD est aussi essayé pour un pouvoir de coupure de service en court-circuit I_{cs} , qui a un rapport fixe avec I_{cn} (voir Tableau 1).

7 Exemples d'application pratique des caractéristiques de produit

7.1 Généralités

Dans les cas simples, seule la valeur efficace du courant de court-circuit présumé permanent I_k est citée. La valeur de crête du courant est supposée avoir une relation normale avec la valeur efficace, déterminée par le facteur de puissance global et prise en compte dans les normes CEI respectives, par exemple la CEI 60947-1, Tableau 16.

7.2 Protection des câbles

L'application des dispositifs de protection contre les courts-circuits à la protection des câbles est détaillée dans les règles d'installation de la CEI 60364 et est donnée par:

$$(I^2t)_{DPCC} \leq (k^2 S^2)_{\text{câble}}$$

où

k est un facteur dépendant des matériaux du câble (conductivité et isolation), et

S est la section nominale du conducteur.

Il est admis que le choix du dispositif de protection sur la base d'une protection contre les surcharges et de la conformité à la formule ci-dessus au pouvoir de coupure du DPCC, offre une protection complète contre les courts-circuits, dans le cas de dispositifs non retardés.

Dans le cas de fusibles selon la CEI 60269-1 et de disjoncteurs MCB selon la CEI 60898-1, il est admis que le choix du dispositif de protection sur la base d'une protection contre les surcharges d'un câble permette la détermination des caractéristiques du câble pour la protection contre les courts-circuits, étant donné que les caractéristiques de fonctionnement sont définies dans les normes respectives. Les caractéristiques sont généralement présentées sous la forme d'un tableau dans les règles d'installation.

7.3 Protection contre les courts-circuits pour les ensembles à basse tension

7.3.1 Ensembles d'appareillage (tableaux de commande/centres de commande de moteurs (MCC))

La valeur du courant de court-circuit présumé, exprimée en valeur efficace, à l'entrée du tableau de commande est obtenue à partir d'une étude de protection du circuit d'alimentation.

- a) Si le tableau de commande/MCC a un I_{cw} supérieur au niveau de courant présumé, alors la seule exigence est de limiter à la valeur de courte durée correspondante le temps pendant lequel un court-circuit pourrait persister. Cela est réalisé par le réglage du retard des déclencheurs de court-circuit en amont ou à l'entrée du tableau de commande/MCC.
- b) Si le tableau de commande/MCC a un I_{cc} supérieur au niveau de courant présumé, alors la seule exigence est d'insérer le DPCC spécifié dans le circuit. Il peut être ajouté dans le circuit en amont ou peut déjà être intégré au tableau de commande/MCC.

NOTE Il est important que les DPCC spécifiés par le constructeur soient utilisés, par exemple que les fusibles ne soient pas remplacés par des fusibles de calibre supérieur ou par des connexions.

7.3.2 Canalisations préfabriquées

La valeur du courant de court-circuit présumé, exprimée en valeur efficace, à l'entrée de la canalisation préfabriquée est obtenue à partir d'une étude de protection du circuit d'alimentation.

- a) Si la canalisation préfabriquée a un I_{cw} supérieur au niveau de courant présumé, alors la seule exigence est de limiter à la valeur de courte durée le temps pendant lequel un court-circuit pourrait persister. Cela est réalisé par le réglage du retard des déclencheurs de court-circuit en amont.
- b) Si la canalisation préfabriquée a un I_{cw} inférieur au niveau de courant présumé I_k mais a une caractéristique I_{cc} supérieure à I_k , alors la seule exigence est d'insérer le DPCC spécifié dans le circuit en amont ou dans l'élément de canalisation préfabriquée d'alimentation. Le caractère approprié d'un DPCC donné peut être déduit des caractéristiques de courant limité et d'intégrale de Joule par comparaison avec les paramètres d'essai de type.

Voir Figure 4: Exemple de déduction d'une caractéristique conditionnelle à partir de paramètres d'essai de type.

7.4 Protection contre les courts-circuits pour les contacteurs et les démarreurs

7.4.1 Généralités

Les démarreurs et les contacteurs ne sont généralement pas auto-protégés contre les effets des courts-circuits et ont donc besoin d'être associés avec un DPCC. Dans ce cas particulier, les procédures d'essais selon la CEI 60947-4-1 reconnaissent la difficulté de protection des appareils sensibles, placés dans des conditions sévères de court-circuit. Ainsi, un cas spécial de caractéristique conditionnelle permet deux types de coordination avec un DPCC:

- La coordination de type «1» exige, qu'en condition de court-circuit, le contacteur ou le démarreur n'occasionne pas de dommages aux personnes ou aux installations et ne puisse pas être en mesure de fonctionner ensuite sans réparation ou remplacement de pièces.
- La coordination de type «2» exige, qu'en condition de court-circuit, le contacteur ou le démarreur n'occasionne pas de dommages aux personnes ou aux installations et puisse être en mesure de fonctionner ensuite. Le risque de soudure des contacts est admis; dans ce cas, le constructeur doit indiquer les mesures à prendre en ce qui concerne la maintenance du matériel.

Ces caractéristiques peuvent seulement être obtenues à partir d'essais de type et donc les données pour le choix du DPCC doivent être obtenues auprès du constructeur du contacteur/démarreur, prenant en compte le courant assigné d'emploi, la tension assignée d'emploi et la catégorie d'emploi correspondante.

Le courant assigné de court-circuit conditionnel des contacteurs et des démarreurs protégés par un ou des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC), des combinés de démarrage et des démarreurs protégés est vérifié par des essais de court-circuit à deux niveaux de courant présumé:

- a) au courant assigné de court-circuit conditionnel I_q ; et
- b) un essai supplémentaire est effectué à un courant «r» comme indiqué au Tableau 2. Le courant d'essai «r» est considéré comme courant critique pour un contacteur, et l'essai garantit le comportement du contacteur à ce niveau.

NOTE Des informations complémentaires concernant la coordination entre fusibles et contacteurs/démarreurs sont données dans la CEI/TR 61459.

L'Annexe A donne les conditions pour l'interpolation du caractère approprié d'un DPCC de remplacement pour la protection des contacteurs et démarreurs.