

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION  
PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ

AMENDMENT 1  
AMENDEMENT 1

**Safety requirements for power electronic converter systems and equipment –  
Part 1: General**

**Exigences de sécurité applicables aux systèmes et matériels électroniques de  
conversion de puissance –  
Partie 1: Généralités**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62477-1:2012/AMD1:2016



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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.

#### IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

#### IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

### A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

#### Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Specifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

#### Recherche de publications IEC - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION  
PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ

AMENDMENT 1  
AMENDEMENT 1

**Safety requirements for power electronic converter systems and equipment –  
Part 1: General**

**Exigences de sécurité applicables aux systèmes et matériels électroniques de  
conversion de puissance –  
Partie 1: Généralités**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 29.200

ISBN 978-2-8322-3526-3

**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.**

## FOREWORD

This amendment has been prepared by the IEC technical committee TC22: Power electronic systems and equipment.

The text of this amendment is based on the following documents:

|              |                  |
|--------------|------------------|
| FDIS         | Report on voting |
| 22/270A/FDIS | 22/274/RVD       |

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

The committee has decided that the contents of this amendment and the base publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

### 3 Terms and definitions

*Replace the existing term and definition 3.35 by the following new term and definition:*

#### 3.35

#### **prospective short-circuit current**

$I_{cp}$

r.m.s. value of the current which would flow if the supply conductors to the circuit are short-circuited by a conductor of negligible impedance located as near as practicable to the supply terminals of the PECS

[SOURCE: IEC 61439-1:2011, 3.8.7], modified – "ASSEMBLY" is replaced by "PECS".]

*Add the following new terms and definitions:*

#### 3.66

#### **conditional short-circuit current**

$I_{cc}$

r.m.s. value of a *prospective short-circuit current* available from a supply source, declared by the PECS manufacturer under specified conditions, using a specific type of *short-circuit protective device* protecting the PECS

Note 1 to entry: See also Figure N.1.

Note 2 to entry: The supply source might be a mains or non-mains supply.

Note 3 to entry: The declared  $I_{cc}$  is the minimum current value used for calibration of the supply source.

[SOURCE: IEC 61439-1: 2011, 3.8.10.4], modified – The definition is modified to fit to the use of PECS applications.]

### 3.67

#### **current-limiting protective device**

protective element that, during its operation and specified current range, limits the current to a substantially lower value than the peak value of the prospective current

Note 1 to entry: A current-limiting device is normally a current-limiting fuse or a current-limiting circuit breaker. See IEC 60050-441:1984, 441-18-10.

### 3.68

#### **minimum required prospective short-circuit current**

$I_{cp, mr}$

r.m.s. value of a minimum short-circuit current, which is needed to be available from a supply source in order to ensure safe interruption of the fault, and which is declared by the *PECS* manufacturer and tested under specified conditions, using a specific type of short-circuit protective device protecting the *PECS*.

### 3.69

#### **overcurrent protective device**

##### **OCPD**

device provided to interrupt an electric circuit in case the current in the electric circuit exceeds a predetermined value for a specified duration

[SOURCE: IEC 60050-826:2004 826-14-14, modified – "conductor" deleted]

### 3.70

#### **peak withstand current**

$I_{pk}$

value of peak short-circuit current, declared by the *PECS* manufacturer, that can be carried without damage under specified conditions, defined in terms of current and time

Note 1 to entry: For the purpose of this standard,  $I_{pk}$  refers to the initial asymmetric peak value of the prospective test current.

Note 2 to entry: Time may be specified as the number of successive cycles at 50 Hz or 60 Hz.

[SOURCE: IEC 61439-1:2011, 3.8.10.2, modified – The definition is modified to fit to the use of PECS application.]

### 3.71

#### **short-circuit protective device**

##### **SCPD**

device intended to protect a circuit or parts of a circuit against short-circuit currents by interrupting them

Note 1 to entry: A *short-circuit protective device* is suitable for protection against short-circuit only, not for protection against overload. An *OCPD* may also incorporate the function of a *SCPD*.

[SOURCE: IEC 61439-1:2011, 3.1.11, modified – Note added]

### 3.72

#### **short time withstand current**

$I_{cw}$

r.m.s. value of short time current, declared by the *PECS* manufacturer, that can be withstood under specified conditions, defined in terms of current and time

[SOURCE: IEC 61439-1:2011, 3.8.10.3, modified – "rated" removed from the term and "ASSEMBLY" replaced by "PECS"]

## 4.2 Fault and abnormal conditions

Add, after the second paragraph, the following new paragraph:

Components in 4.2 also include insulation systems, *ports*, etc.

Add, at the end of the bullet list, the following new bullet:

- electromagnetic force and thermal hazard according to 4.3.

### 4.3.1 General

Add, after the first paragraph, the following new paragraph:

To ensure proper coordination with *short-circuit protective devices* and the available *prospective short-circuit current*, the *PECS* manufacturer shall specify and test for each *mains supply input port* of the *PECS*:

- *conditional short-circuit current* ( $I_{cc}$ ) according to 4.3.2.2, or
- *rated short time withstand current* ( $I_{cw}$ ) according to 4.3.5.

Individual *mains supply ports* of a *PECS* shall have specific short-circuit ratings of either  $I_{cc}$  or  $I_{cw}$ , or of both.

Only in case where compliance does not rely on the characteristic of *SCPD*, the  $I_{cw}$  in 4.3.5 can apply.

In case an output *port* is connected or intended to be connected to the input *mains supply port*, the output *port* shall also be specified with an  $I_{cc}$  or  $I_{cw}$  rating (e.g. bypass between input *mains supply port* and output *port*).

For marking see 6.2.

See Annex N for further information.

### 4.3.2.2 Input ports short-circuit withstand current

Replace the title and text as follows:

#### 4.3.2.2 Specification of the rated *conditional short-circuit current* ( $I_{cc}$ ) on input ports

In case the *PECS* manufacturer selects the *conditional short-circuit current* ( $I_{cc}$ ) rating according to 4.3.1, the following shall be specified:

- *conditional short-circuit current* ( $I_{cc}$ ),
- characteristics of the *short-circuit protective device*, and
- *minimum required prospective short-circuit current* ( $I_{cp,mr}$ ).

Compliance is shown, through evaluation according to 4.2 to determine the appropriate combination of testing according to 5.2.4.4, 5.2.4.6 and 5.2.3.11.3 in order to evaluate single fault and abnormal conditions, including insulation faults.

If it is shown by analysis that the result of one test is representative of the worst case, less severe combinations need not be tested.

Add, after 4.3.4, the following new clause:

#### 4.3.5 Input ports short time withstand current, $I_{cw}$

In case the PECS manufacturer selects the *short time withstand current* ( $I_{cw}$ ) rating according to 4.3.1, the following shall be specified:

- rated *short time withstand current* ( $I_{cw}$ ),
- associated duration, and
- rated *peak withstand current* ( $I_{pk}$ ).

Compliance is shown, through evaluation according to 4.2 to determine the appropriate combination of testing according to 5.2.3.11.3 and 5.2.4.10 in order to evaluate single fault and abnormal conditions, including insulation faults.

If it is shown by analysis that the result of one test is representative of the worst case, less severe combinations need not be tested.

#### 5.2.4.2 Pass criteria

Add, after the last bullet point, the following new bullet points:

- components, e.g. busbar supports, used for the mounting of *live parts* shall not break away from their initial position,
- no conductor shall get pulled out of its terminal connector.

Add, in Table 22 under "Abnormal operation tests", the following new test:

|                                                |   |  |       |          |
|------------------------------------------------|---|--|-------|----------|
| Short time withstand current ( $I_{cw}$ ) test | X |  | 4.3.5 | 5.2.4.10 |
|------------------------------------------------|---|--|-------|----------|

Add, after 5.2.4.9.4, the following new subclause:

#### 5.2.4.10 Short time withstand current ( $I_{cw}$ ) test (type test)

##### 5.2.4.10.1 General

As required in 4.3.5, the *short time withstand current* test shall be performed as a *type test* to verify the safety of the PECS.

Short-circuits are applied in the PECS at locations based on the evaluation in 4.2 so that terminals and other parts in the fault current path are being exposed to the short-circuit current.

##### 5.2.4.10.2 Short time withstand current test method

The input *mains supply port* terminals shall be provided with a cable with a cross-section as specified for the *installation*.

If a switching device is used to initiate the short-circuit or switch the power to the PECS, it shall not limit the test current.

The complete length of the cable (forth and back) shall be approximately 2 m, unless this length is insufficient, in which case the length shall be as short as practical to perform the test.

The testing shall include individual tests for each input *mains supply port*. The worst case combination of terminals (including neutral and earth) shall be subjected to a short-circuit test. Analysis may be used to reduce the number of tests, if it is shown that the results of one terminal combination are representative of the anticipated results of another combination.

The *PECS* can be tested un-energized and not operating as intended prior to the short-circuit withstand test, if it can be shown that the test result is not affected.

A new sample may be used for each short-circuit test.

Table 37 lists the a.c. current test method as a minimum requirement for *PECS*. Requirements for d.c. current are under consideration.

If the specified  $I_{cp}$  value is higher than listed in Table 37, the recommended test current is: 16 kA, 20 kA, 25 kA, 35 kA, 50 kA, 65 kA, 85 kA, 100 kA.

Depending on the characteristics of the *PECS*, the actual values observed during the test may be different from those listed in Table 37, in which case the observed values shall be used for the declaration of  $I_{cw}$ .

**Table 37 – A.c. short time withstand current test, minimum *PECS* requirements**

| Rated <i>PECS</i> input current<br>(r.m.s.)<br><br>A | Prospective test current <sup>a</sup>         |                                                                      | Initial asymmetric peak current ratio <sup>e</sup><br>( $I_{pk}/I_{cw}$ ) | Minimum duration of prospective test current <sup>f, g</sup><br><br>(cycles 50 Hz to 60 Hz) |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                      | (r.m.s.)<br><br>A <sup>b</sup>                | Typical power factor <sup>e</sup>                                    |                                                                           |                                                                                             |
| $I \leq 16$                                          | 1 000 <sup>c d</sup>                          | 0,95                                                                 | 1,42                                                                      | 1,5                                                                                         |
|                                                      | 3 000                                         | 0,9                                                                  |                                                                           |                                                                                             |
| $16 < I \leq 75$                                     | 6 000                                         | 0,7                                                                  | 1,53                                                                      | 1,5                                                                                         |
| $75 < I \leq 400$                                    | 10 000                                        | 0,5                                                                  | 1,70                                                                      | 1,5                                                                                         |
| $400 < I \leq 500$                                   | 10 000                                        | 0,5                                                                  | 1,70                                                                      | 3,0                                                                                         |
| $500 < I$                                            | $20 \times I$ or 50 kA whichever is the lower | $0,5 - 0,3 \times (I - 500) / 2\,000$ or 0,2 whichever is the higher | $(0,5 I + 3\,150) / 2\,000$ or 2,2 whichever is the lower                 | 3,0                                                                                         |

<sup>a</sup> Prospective test current, in the context of this standard, shall be understood as *prospective short-circuit current* ( $I_{cp}$ ) – refer to 3.70.

<sup>b</sup> Values compatible with Table 4 of IEC 60947-6-1:2005 and IEC 60947-6-1:2005/AMD1:2013.

<sup>c</sup> Pluggable *PECS* only.

<sup>d</sup> The typical fault current of public supply networks rated 75 A and below and intended to supply equipment with a rated current of 16 A or below can be calculated from the reference impedances in IEC TR 60725: 2012: phase conductor  $0,24 + j0,15 \, \Omega$  and neutral conductor  $0,16 + j0,10 \, \Omega$ . For 230 V/400 V supplies, this results in typical fault currents of 0,5 kA (230 V) and 0,7 kA (400 V).

<sup>e</sup> From Table 16 of IEC 60947-1:2007.

<sup>f</sup> In case a lower duration is wanted, the  $I_{cc}$  according to 4.3.2.2 can be specified.

<sup>g</sup> To ensure global compatibility with external *SCPD* to clear the fault in the specified duration, a higher minimum duration should be considered and specified in which case this specified time shall be used for the test. See also IEC 61439-1:2011, 5.3.4.

### 5.2.4.10.3 Compliance criteria

As a result of the *short time withstand current* ( $I_{cw}$ ) test, the *PECS* shall comply with the compliance criteria of 5.2.4.2.

## 6.2 Information for selection

*Replace the existing bullet list by the following new bullet list:*

- the name or trademark of the manufacturer, supplier or importer;
- catalogue number or equivalent;
- electrical ratings for each power *port*:
  - maximum nominal input voltage;
  - maximum nominal output voltage;
  - maximum nominal output current or nominal output power rating;
  - maximum nominal input current rms for dimensioning overload protective elements and wiring;
  - number of phases (e.g. 3 a.c.);
  - nominal frequency range (e.g. 50 Hz to 60 Hz);
  - protective class (I, II, III);
- the type of electrical supply *system* (e.g. TN, IT) to which the *PECS* may be connected;
- short-circuit current rating(s) in terms of:
  - *conditional short-circuit current* ( $I_{cc}$ ) and *minimum required prospective short-circuit current*  $I_{cp, mr}$  and the characteristics of the *short-circuit protective device* according to clause 4.3.2.2, or
  - *rated short time withstand current* ( $I_{cw}$ ), duration and the rated *peak withstand current* ( $I_{pk}$ ) according to 4.3.5.
- *output short-circuit current* in accordance with 4.3.2.3;
- supply requirements of the load (if applicable);
- liquid coolant type and design pressure for liquid cooled *PECS*;
- IP rating for *enclosure*;
- operating and storage environment;
- reference(s) to relevant standard(s) for manufacture, test, or use;
- reference to instructions for installation, use and maintenance.

Add the following new Annex N:

## Annex N (informative)

### Guidance regarding short-circuit current

#### N.1 General

The purpose of Annex N is to provide further in depth informative background pertaining to short-circuit rating of the input and output as specified in 4.3, which needs to be considered during *single fault* and abnormal conditions as specified in 4.2.

Internal short-circuits in a *PECS*, either through component failure or through human error, can lead to significant equipment damage and immediate potential danger based on the high *prospective short-circuit current* that can flow when the *PECS* is connected to an a.c. or d.c. mains supply.

The damage in a circuit exposed to a high *prospective short-circuit current* is mainly due to the very high level of mechanical stress, generated by the magnetic field and by the extreme thermal rise in the circuit and in its components.

The single fault and abnormal analysis, specified in 4.2, relies heavily on the internal design of the *PECS* as well as on some external parameters.

While the internal design is in full control of the manufacturer, the external parameters depend on the circuit characteristics of the *installation*. Especially, the *prospective short-circuit current* of the *installation* is of importance and needs to be taken into account for each *installation*.

The *prospective short-circuit current* of the *installation* indicates the amount of energy available from the *installation* during a failure in the product. Without any limiting devices, the available energy will increase with higher *prospective short-circuit current*, and the risk of fire, mechanical hazard, electrical shock or other hazard (see 4.2) will increase during a failure.

One of the following two options for short-circuit ratings is to be specified for each input *mains supply* port of a *PECS* (see also 4.3.1).

Option 1 as specified in 4.3.2.2:

- *conditional short-circuit current* ( $I_{cc}$ );
- *minimum required prospective short-circuit current*  $I_{cp, mr}$ ;
- characteristics or type of the *short-circuit protective device*.

Option 2 as specified in 4.3.5:

- *rated short time withstand current* ( $I_{cw}$ );
- associated duration (ms);
- *rated peak withstand current* ( $I_{pk}$ ).

The *prospective short-circuit current* is characterised by two parameters:

- the peak current which is the maximum current, which potentially flows during a short-circuit of negligible impedance;

- the electrical energy ( $I^2t$ ) generated by the r.m.s. current ( $I_{r.m.s.}$ ) together with the duration (ms, s) of the short-circuit.

The effect of the peak current and  $I^2t$  is mainly related to the following two physical risks.

- Hazardous mechanical forces due to the generated magnetic fields caused by the short-circuit current, which might cause mechanical damage to busbars, *enclosure* and reduction of clearance and creepage distances. The mechanical force is proportional to the square of instantaneous short-circuit current.

NOTE Further information about the mechanical effect of the short-circuit current can be found in IEC 60865-1.

- Hazardous energy inside components leading to dramatic overheating/explosions of components, arc faults and conductive ionization of the air, which might lead to fire, reduction of clearance and creepage distances and destruction of the enclosure. The thermal impact, i.e. heating of conductors, is proportional to the square of r.m.s. value of the short-circuit current.

## N.2 Coordination of short-circuit current

### N.2.1 General

To ensure that the *PECS* and the components will be able to operate safely under the available short-circuit current during a failure, the *PECS* and other *installation* components need to be designed and specified for the *prospective short-circuit current* at the point where it is installed.

For the calculation of the *prospective short-circuit currents* in three-phase a.c. systems the IEC 60909 series provides guidance. The consequences of the short-circuit are dealt with in the IEC 60865 series.

### N.2.2 Conditional short-circuit current ( $I_{cc}$ ) and minimum required prospective short-circuit current ( $I_{cp, mr}$ )

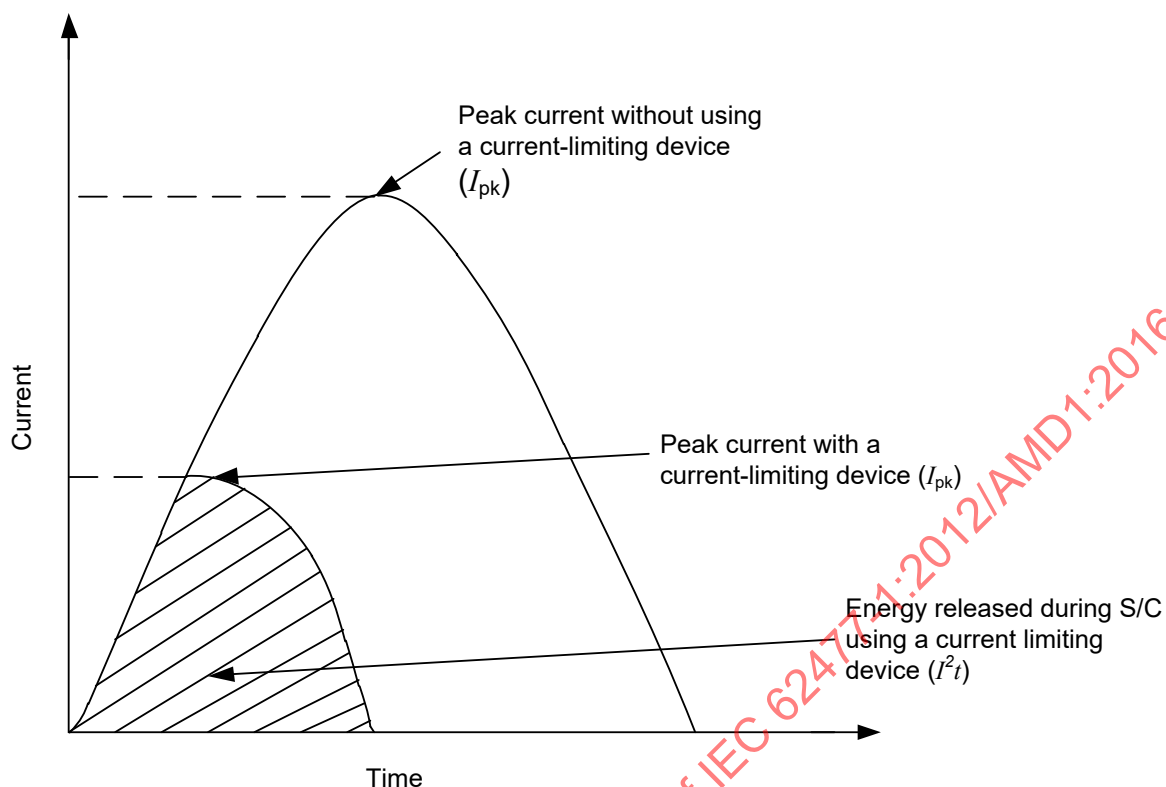
#### N.2.2.1 General

The *conditional short-circuit current* ( $I_{cc}$ ) rating is defined in 4.3.2.2.

#### N.2.2.2 Conditional short-circuit current ( $I_{cc}$ )

By specifying the  $I_{cc}$ , the protection of the *PECS* depends on the characteristics of the *short-circuit protective device* (e.g. fuse or circuit breaker).

In order to reduce the fault current energy and peak current and limit the damage of the *PECS* and avoid a hazard, a *current-limiting device* may be used. As shown in Figure N.1, both the  $I^2t$  and the peak current is limited dramatically due to the current-limiting characteristic of the protective device. Consequently, the damage is significantly reduced and the risk of a hazard is reduced significantly. See Clause N.3 for more information.



IEC

**Figure N.1 – Example of short-circuit current curve under specification of  $I_{cc}$**

Coordination of the *PECS* with the specified upstream *SCPD* is typically performed by the installer, to ensure that the *SCPD* will be able to interrupt the fault current in a safe manner in case of a short-circuit.

#### **N.2.2.3 Minimum required prospective short-circuit current ( $I_{cp,mr}$ )**

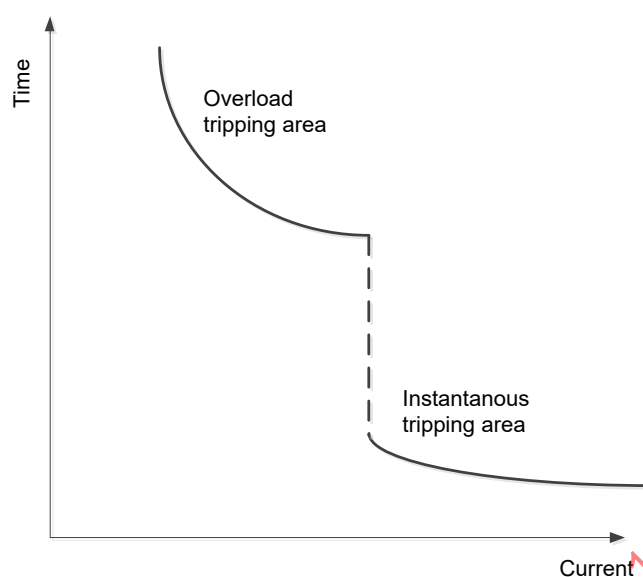
Depending on the characteristic of the *short-circuit protective device*, a minimum current during a failure is needed to ensure a proper operation of the *short-circuit protective device*.

While the maximum *prospective short-circuit current* results in the highest fault current, but ensures the shortest operating time of the *short-circuit protective device*, the minimum *prospective short-circuit current* results in a lower fault current, but a significantly longer operation time and consequently an increasing  $I^2t$  during the fault.

The manufacturer should be able to show that the *PECS* and the specified *SCPD* have been successfully tested with the specified *minimum required prospective short-circuit current*.

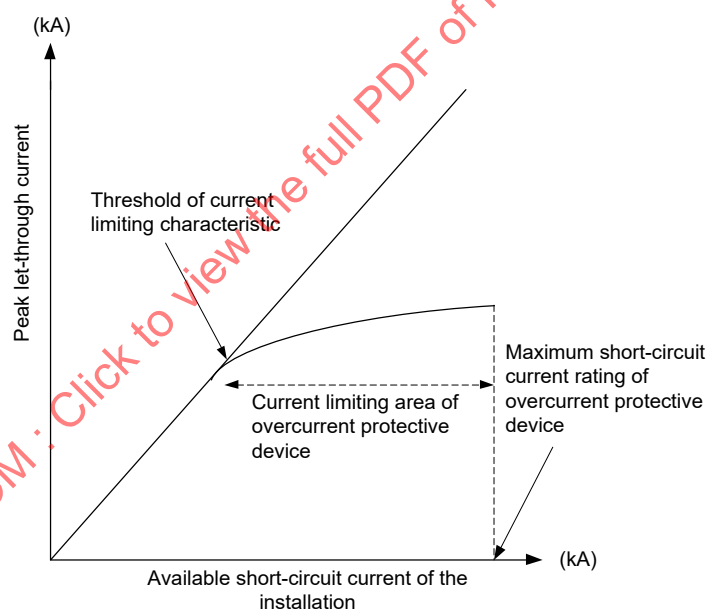
A manufacturer can specify a maximum and *minimum required prospective short current* anywhere within the trip curves of the *SCPD*. However, this selection impacts the operation of the *SCPD* and the amount of energy released during a fault.

To ensure a sufficiently low  $I^2t$  value and a quick operation of the *SCPD*, it is recommended to select a *minimum required prospective short-circuit current* in the instantaneous tripping or in the current-limiting area of the characteristics of a selected *SCPD*. See Figure N.2 and Figure N.3.



IEC

Figure N.2 – Example of tripping characteristic of a circuit breaker



IEC

Figure N.3 – Example of tripping characteristic of a current-limiting fuse

The test to show compliance with the *minimum required prospective short-circuit current* may be waived if risk analysis can demonstrate that the peak current and the  $I^2t$  values are below the values from the test with the maximum *prospective short-circuit current*.

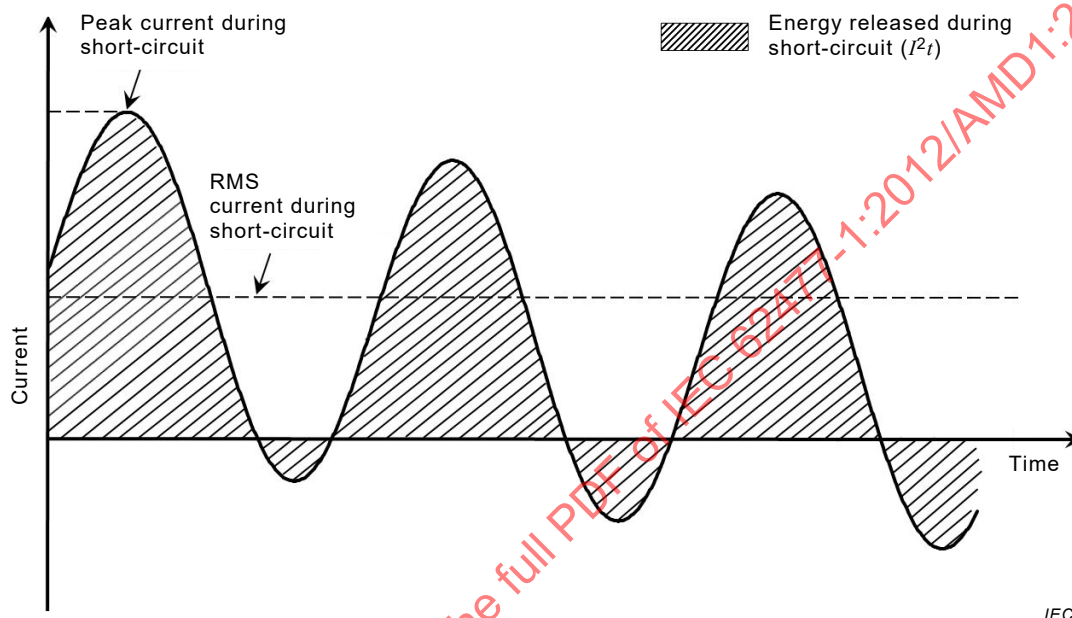
### N.2.3 Short time withstand current ( $I_{cw}$ )

The short-circuit rating is expressed as explained in 4.3.5, and Figure N.4 shows a typical waveform.

When the application requires a high fault current capability on the output *port* of the *PECS* (e.g. for clearing a fault at the output side of the *PECS*), a suitable input  $I_{cw}$  rating is needed.

Coordination of the *PECS* and the *installation* is necessary, to ensure that the upstream protective device of the *installation* will be able to interrupt the short-circuit current safely. See Clause N.3 for more information.

The specification of the *short time withstand current*  $I_{cw}$  is the most flexible rating, but also the hardest achievable solution, as it requires that the *PECS* has to be able to handle not only a higher energy level ( $I^2t$ ) but also a very high peak current.



**Figure N.4 – Example of short-circuit current curve under specification of  $I_{cw}$**

Information about short-circuit currents in three-phase a.c. systems is available in IEC 60909-0:2016.

### **N.3 Guidance for specification of short-circuit current and *short-circuit protective device***

#### **N.3.1 General**

For the *installations* where the *PECS* is installed, the short-circuit protection is coordinated to ensure a safe interruption of a short-circuit inside the *PECS*.

The following overview is included for clarification for the manufacturer to create their specification:

- *prospective short-circuit current* ( $I_{cp}$ );
- *rated short time withstand current* ( $I_{cw}$ );
- *conditional short-circuit current* ( $I_{cc}$ );
- *minimum required prospective short-circuit current* ( $I_{cp,mr}$ );
- *short-circuit protective device*.

In case the *PECS* is specified with a *conditional short-circuit current* ( $I_{cc}$ ) and a specified *short-circuit protective device*, it is ensured that:

- the available *prospective short-circuit current* of the *installation* has to be between the maximum and *minimum required prospective short-circuit current* value of the PECS,
- the short-circuit rating of the protective device has to be equal to or greater than the *prospective short-circuit current* of the *installation* at the terminals of the *short-circuit protective device*,
- a *short-circuit protective device* which meets the current characteristic is specified by the PECS manufacturer, or
- a specific *short-circuit protective device*, specified by the PECS manufacturer, is installed in front of the PECS.

In case the PECS is specified with a *short time withstand current* ( $I_{cw}$ ), *peak withstand current* ( $I_{pk}$ ) and duration rating, it has to be ensured that:

- the rated *short time withstand current* ( $I_{cw}$ ) of the PECS has to be equal to or greater than the *prospective short-circuit current* r.m.s. of the *installation* at the terminals of PECS,
- the *peak withstand current* ( $I_{pk}$ ) of the PECS has to be equal to or greater than the prospective short-circuit peak current of the *installation* at the terminals of PECS, and
- the maximum time for which the  $I_{cw}$  is specified for the PECS has to be equal to or longer than the maximum operating time of the *short-circuit protective device* located upstream of the PECS.

The available *prospective short-circuit current*,  $I_{cp}$ , from the *mains supply* is set to 50 kA in the examples showed in N.3.2 and N.3.5. Another level could have been chosen and would have worked as well.

The examples are not intended to show how a typical *installation* is made, nor do they show the position or numbers of breakers, switches, fuses between the *mains supply* and the PECS.

None of the examples are calculated and real solutions. The different current levels, durations and devices are only selected for the purpose of explanation.

### N.3.2 Example 1: Two or more PECS with different ratings

Figure N.5 provides some general guidance on how to apply  $I_{cw}$ ,  $I_{pk}$  and duration or  $I_{cc}$  and *short-circuit protective device* for two or more PECS with *ports* installed in the same *installation*.

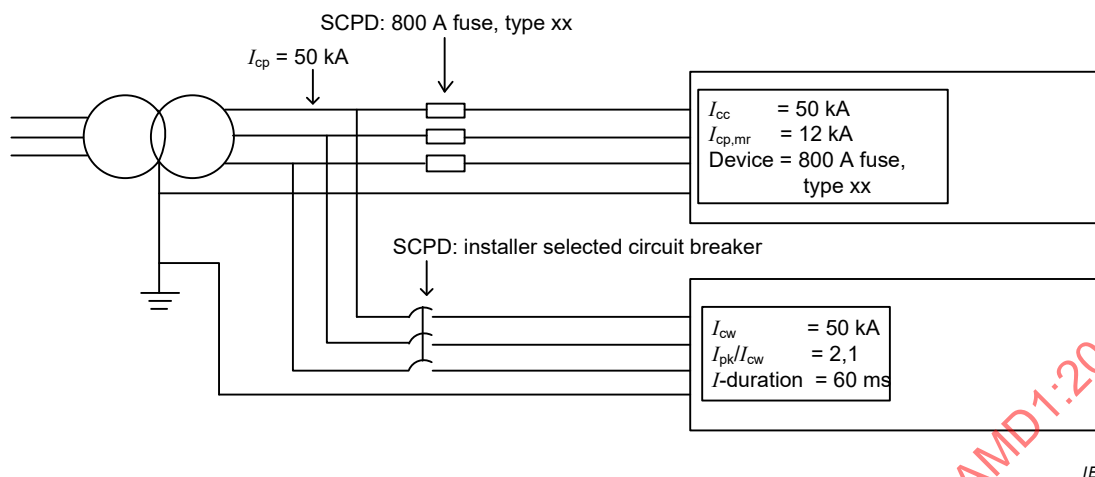


Figure N.5 – Two *PECS* with different specifications

*PECS 1* has an  $I_{cc}$  rating. In this example, a fuse with a specified current rating and characteristic (800 A, type xx) is used for the *PECS 1*, but also a circuit breaker might be specified by the manufacturer. The specified *short-circuit protective device* can be made available as a part of the *PECS* or can be a part the installer needs to purchase according to the manufacturer  $I_{cc}$  declaration.

*PECS 2* has an  $I_{cw}$  rating. In the *installation*, any type of *short-circuit protective device* can be used as long as it does not exceed all specified  $I_{cw}$  ratings (r.m.s. current, peak current ratio,  $I_{pk}/I_{cw}$  and duration). In this example, a circuit breaker is used for the *PECS 2*, but also a fuse might be used.

### N.3.3 Specification of $I_{cc}$

*PECS 1* is specified with an  $I_{cc}$  declaration ( $I_{r.m.s}$  value,  $I_{cp,mr}$ , device) (see Clause N.1, Option1).

- $I_{cc} = 50$  kA
- $I_{cp,mr} = 12$  kA
- device = 800 A fuse (manufacturer data, type, characteristic)

The  $I_{cc}$  declaration is based on the use of a specific *short-circuit protective device* (in this example, a 800 A fuse) which is required to be installed in front of *PECS 1*. The manufacturer has verified by test (see Clause N.4), that the *PECS* can withstand the rated *conditional short-circuit current* ( $I_{cc}$ ), for the total operation time (clearing time) of the *short-circuit protective device* under specified conditions.

In this example, the specified condition is that

- the limitation of the *prospective short-circuit current* is 50 kA. This limitation is a manufacturer decision. The use of a *short-circuit protective device* could be approved for much higher  $I_{cp}$ , however it is a manufacturer decision to select the applicable  $I_{cp}$  level for the design and the subsequent test;
- this  $I_{cc}$  rating is now identical to the maximum allowable *prospective short-circuit current*, which the installed *PECS* and *short-circuit protective device* may be exposed to in an *installation*.

As the operating time and current limitation characteristic depends on the applied *prospective short-circuit current* ( $I_{cp}$ ), it is necessary to determine the *minimum required prospective short-circuit current* ( $I_{cp,mr}$ ). This is to ensure the expected behavior of the *short-circuit protective device* and to verify that this situation will not have any severe consequences for the *PECS*, as the opening time of the *short-circuit protective device* will increase with lower

*prospective short-circuit current* of the *mains supply*. The *minimum required prospective short-circuit current*,  $I_{cp, mr}$ , is also verified by test (see Clause N.4).

The device which the  $I_{cc}$  is based on should be specified by the characteristics of the *short-circuit protective device*.

NOTE The characteristic of the protective device can also include specific manufacturer part numbers in case needed for the compliance of  $I_{cc}$ .

### N.3.4 Specification of $I_{cw}$

As an example in Figure N.3, *PECS 2* is specified by an  $I_{cw}$  declaration ( $I_{r.m.s}$  value, duration,  $I_{pk}$ ) (see Clause N.1, Option 2).

- *short time withstand current* = 50 kA
- associated duration = 60 ms
- *peak withstand current ratio*,  $I_{pk}/I_{cw} = 2,1$

Based on the application intended for the *PECS*, the *PECS* manufacturer selects the required values from Table 37.

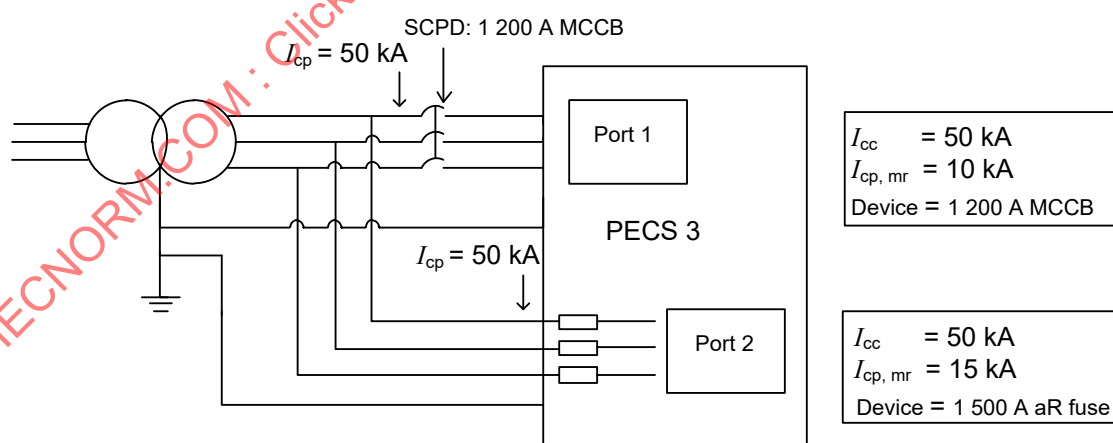
The *PECS* manufacturer has verified by test that the *PECS* can withstand the rated *short time withstand current* ( $I_{cw}$ ) for the specified duration and with a specified rated *peak withstand current* ( $I_{pk}$ ).

The specified  $I_{cw}$  is equal to or higher than the available *prospective short-circuit current* ( $I_{cp}$ ) at the terminals of *PECS 2*.

NOTE The system integrator can choose an appropriate *short-circuit protective device* based on their declared rating.

### N.3.5 Example 2: One *PECS* with more than one rating

Figure N.6 provides some general guidance on how to specify  $I_{cw}$ ,  $I_{pk}$  and duration or  $I_{cc}$  and *short-circuit protective device* for one *PECS* with two *ports* installed in the same *installation*.



IEC

#### Key

MCCB molded case circuit breaker

**Figure N.6 – One *PECS* with different specification for each input *mains supply* port**

*PECS 3* has two sets of input *mains supply ports*, *port 1* and *port 2*, and the design and approval is based on an  $I_{cc}$  declaration for both. This is a manufacturer decision, and a solution combining an  $I_{cc}$  declaration on one *port* and a  $I_{cw}$  declaration on the other *port* is also allowed.

*Port 1:*

$I_{cc}$  declaration (r.m.s. value,  $I_{cp,mr}$ , device)

- $I_{cc} = 50$  kA
- $I_{cp,mr} = 10$  kA
- Device = 1 200A MCCB (manufacturer data, type, characteristic)

The declarations and considerations behind the work are similar to the example of *PECS 1*. The  $I_{cc}$  declaration is based on the use of a *short-circuit protective device*, a 1 200 A MCCB, which is required to be installed in front of *PECS 3*.

*Port 2:*

$I_{cc}$  declaration (r.m.s. value,  $I_{cp,mr}$ , device)

- $I_{cc} = 50$  kA
- $I_{cp,mr} = 15$  kA
- device = 1 500 A aR fuse (manufacturer data, type, characteristic)

The  $I_{cc}$  declaration is based on the use of a *short-circuit protective device*, in this example a 1 500 A aR fuse, which is included/incorporated in the *PECS*, but the considerations are similar to those explained for *PECS 1*.

### N.3.6 Additional explanation on terms, definitions and specifications

N.3.6 provides some additional information about used parameters:

- *prospective short-circuit current* ( $I_{cp}$ ), and
- *mains supply* characteristics

used as design parameters to determine required level of  $I_{cw}$  or  $I_{cc}$  of the *PECS*.

#### **Short time withstand current ( $I_{cw}$ )**

- Design parameter and solution for the *PECS*, where the level (kA) is selected by the manufacturer based on the *PECS* application.
- The selected level ( $I_{cw}$  r.m.s.) is used in test lab, where the test generator is calibrated to the selected level for  $I_{cw}$  testing, to simulate a maximum available *prospective short-circuit current* at the input of the *mains supply port*.

#### **Peak withstand current ( $I_{pk}$ )**

- Design parameter selected by the manufacturer based on the *PECS* application.
- The selected peak current ( $I_{pk}$ ) or ratio ( $I_{pk}/I_{cw}$ ) is used in test lab, where the test generator is calibrated to the selected level for  $I_{cw}$  and  $I_{cc}$  testing.

#### **Duration for $I_{cw}$**

- Design parameter (time) selected by the manufacturer based on the *PECS* application.
- The selected duration is used in test lab, where the test generator is adjusted and calibrated to deliver the requested current and peak for the selected duration.

### **Conditional short-circuit current ( $I_{cc}$ )**

- Design parameter where the solution is selected by the manufacturer based on the *PECS* application and selected device.
- The selected level ( $I_{cc \text{ r.m.s}}$ ) is used in test lab, where the test generator is calibrated to the selected level for  $I_{cc}$  testing, to simulate a maximum available *prospective short-circuit current* at the input of the *mains supply port*.

### **Minimum required prospective short-circuit current ( $I_{cp,mr}$ )**

- Design parameter selected by the manufacturer.
- Derived consequence of the selected *short-circuit protective device* and the available *prospective short-circuit current*.
- The selected level ( $I_{cp,mr}$ ) is used in test lab, where the test generator is calibrated to the selected level for  $I_{cp,mr}$  testing, to simulate a minimum available *prospective short-circuit current* at the input of the *port*.

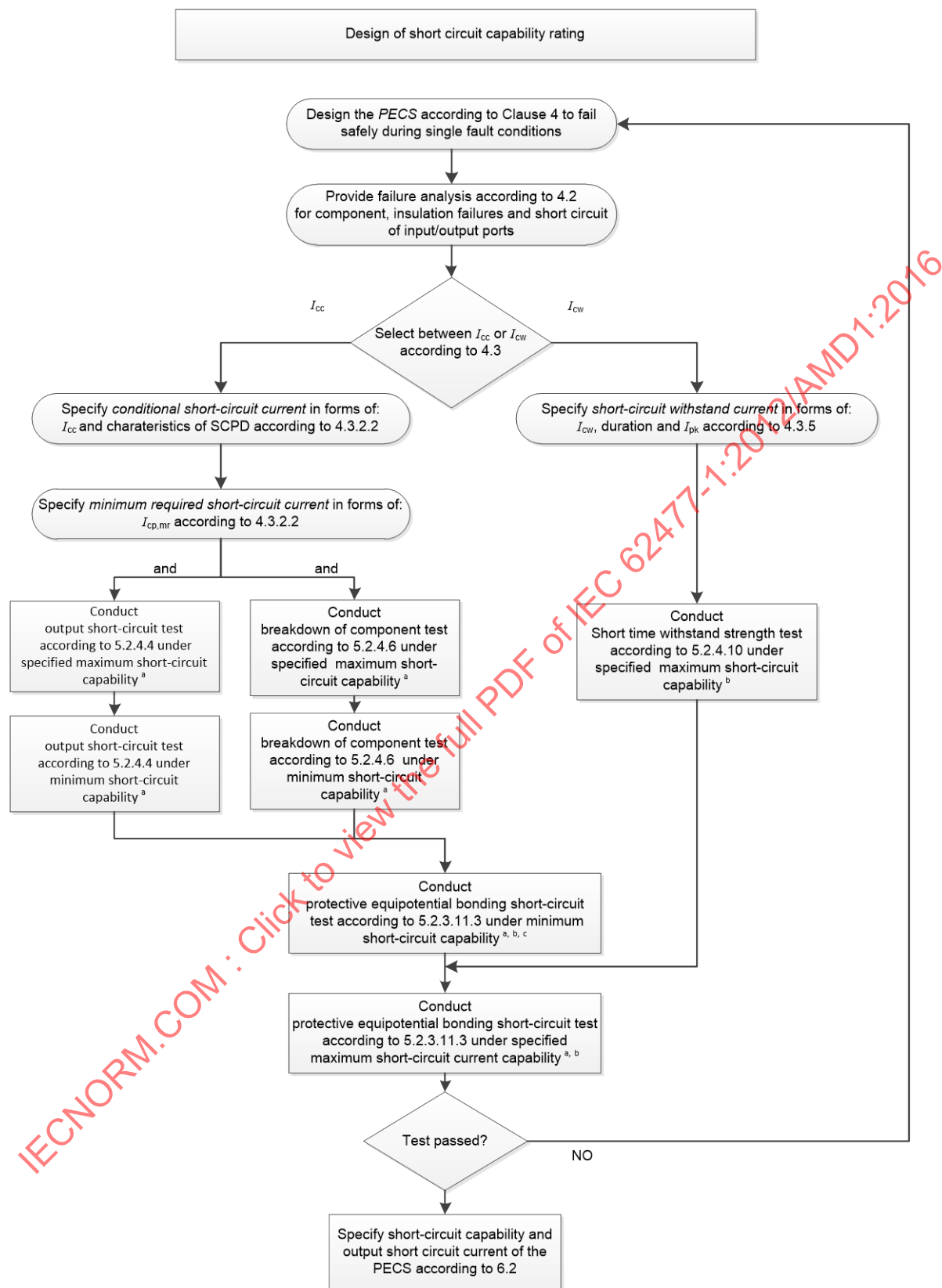
## **N.4 Short-circuit rating and single fault conditions testing**

### **N.4.1 General**

As mentioned in Clause N.1, the *PECS* has to be able to fail safely under the specified maximum and minimum short-circuit current. This includes the following tests:

- conduct output short-circuit test according to 5.2.4.4;
- conduct *protective equipotential bonding* short-circuit withstand test according to 5.2.3.11.3;
- conduct breakdown of component tests according to 5.2.4.6;
- conduct *short time withstand current* ( $I_{cw}$ ) test according to 5.2.4.10.

See Figure N.7



- <sup>a</sup> Acceptance criteria for  $I_{cc}$  according to 5.2.4.2  
<sup>b</sup> Acceptance criteria for  $I_{cw}$  according to 5.2.4.10  
<sup>c</sup> Not applicable when  $I_{cw}$  is used

IEC

Figure N.7 – Flowchart for classification of  $I_{cc}$  or  $I_{cw}$

## **N.4.2 Exemption from *short time withstand current* testing**

### **N.4.2.1 General**

Product committees can consider if special exceptions are applicable for their products considering specific application. Following exceptions may be used in their evaluation.

Exemptions from *short time withstand current* testing applies to:

- PECS with declared  $I_{cw}$  or  $I_{cc}$  not exceeding 10 kA;
- PECS protected by current-limiting devices having a cut-off current not exceeding 17 kA with the maximum allowable prospective short-circuit current at the terminals of the incoming circuit of the PECS;
- PECS intended to be supplied from transformers whose rated power does not exceed 10 kVA per phase for a rated secondary voltage of not less than 110 V, or 1,6 kVA per phase for a rated secondary voltage less than 110 V, and whose short-circuit impedance is not less than 4 %;
- PECS variants of a more onerous PECS tested compliant with the test requirements prescribed in 5.2.4.10.1;

For guidance on how to determine when a *PECS* is a variant of a more onerous *PECS*, refer to 10.11.3 and Table 13 (check list) or 10.11.4 (calculation) of IEC 61439-1:2011.

The exemption conditions above align Amendment 1 of this standard with 10.11.2 of IEC 61439-1:2011 that should be considered.

### **N.4.2.2 Special consideration**

In case where the fault current path includes semiconductor devices, the above exceptions might not be valid (see Clause N.1).

The compliance of criteria 5.2.4.10.3 requires that the *PECS* and its components should remain safe during and after the test. A reduction of the functionality (e.g. *PECS* can become fully non-functional) is permissible.

## **N.5 Guideline for short-circuit analysis**

The short-circuit analysis considers, but not limited to, the following:

- $I^2t$  breakdown ratings of conductors and components;
- identification of fault current path and impedance in the equipment;
- possibility and extent of cascading failures;
- nature of failure with respect to physical location (e.g. proximity to other critical components, barriers, clearances, creepage distances, vent openings);
- identification of all energy sources (mains, capacitors, motor, etc.) in the circuit;
- for main supply, consider power circuit configuration and grounding (wye, delta, IT, etc.);
- enclosure (size, material, structure, openings, etc.);
- types and ratings of the overcurrent protective devices specified to be used with the *PECS*;
- specified linearity of current-limiting components (external and internal) with respect to available fault current;
- effect of multiple ratings of the *PECS* (relationship of power rating and voltage);

- variation in components within *PECS* family;
- maximum variation of mains impedance, frequency, voltage with respect to specified/published product applications (use of transformer, line reactor etc.).

Testing may be necessary to validate the portion of the analysis.

## Bibliography

*Add the following references:*

IEC TR 60725:2012, *Consideration of reference impedances and public supply network impedances for use in determining the disturbance characteristics of electrical equipment having a rated current  $\leq 75$  A per phase*

IEC 60865 (all parts), *Short-circuit currents – Calculation of effects*

IEC 60865-1, *Short-circuit currents – Calculation of effects – Part 1: Definitions and calculation methods*

IEC 60909 (all parts), *Short-circuit currents in three-phase AC systems*

IEC 60909-0:2016, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-6-1:2005, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-1: Multiple function equipment – Transfer switching equipment*  
IEC 60947-6-1:2005/AMD1:2013

IEC 61439-1:2011, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

---

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62477-1:2012/AMD1:2016

## AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

| FDIS         | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 22/270A/FDIS | 22/274/RVD      |

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

Le comité a décidé que le contenu de cet amendement et de la publication de base ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

### 3 Termes et définitions

*Remplacer les termes et définitions suivants:*

#### 3.35

##### **courant de court-circuit présumé**

**$I_{cp}$**

valeur efficace du courant qui circule lorsque les conducteurs d'alimentation du circuit sont court-circuités par un conducteur d'impédance négligeable placé aussi près que la pratique le permet des bornes d'alimentation du *SECP*

[SOURCE: IEC 61439-1:2011, 3.8.7], modifié – Le terme "ENSEMBLE" est remplacé par le terme "*SECP*".]

*Ajouter les nouveaux termes et définitions suivants:*

#### 3.66

##### **courant de court-circuit conditionnel**

**$I_{cc}$**

valeur efficace d'un *courant de court-circuit présumé* provenant d'une source d'alimentation, déclarée par le fabricant du *SECP* dans des conditions spécifiées, utilisant un type spécifique de *dispositif de protection contre les courts-circuits* protégeant le *SECP*

Note 1 à l'article: Voir également la Figure N.1.

Note 2 à l'article: La source d'alimentation peut être le réseau ou une alimentation non raccordée directement au réseau.

Note 3 à l'article:  $L'I_{cc}$  déclarée est la valeur minimale du courant utilisée pour l'étalonnage de la source d'alimentation.

[SOURCE: IEC 61439-1:2011, 3.8.10.4, modifié – La définition est modifiée pour correspondre à l'utilisation des applications des systèmes électroniques de conversion de puissance (SECP).]

### 3.67

#### **dispositif de protection limiteur de courant**

élément de protection qui, pendant son fonctionnement et dans une plage de courant spécifiée, limite le courant à une valeur nettement inférieure à la valeur de crête du courant présumé

Note 1 à l'article: Un dispositif limiteur de courant est généralement un fusible limiteur de courant ou un disjoncteur limiteur de courant. Voir l'IEC 60050-441:1984, 441-18-10.

### 3.68

#### **valeur minimale exigée du courant de court-circuit présumé**

$I_{cp,mr}$

valeur efficace d'un courant minimal de court-circuit devant provenir d'une source d'alimentation afin d'assurer l'interruption en toute sécurité du défaut, et qui est déclarée par le fabricant du *SECP* et soumise à l'essai dans des conditions spécifiées à l'aide d'un type spécifique de dispositif de protection contre les courts-circuits protégeant le *SECP*

### 3.69

#### **dispositif de protection contre les surintensités**

##### **OCPD**

dispositif destiné à interrompre un circuit électrique dans le cas où le courant du circuit électrique dépasse une valeur prédéterminée pendant une durée spécifiée

Note 1 à l'article: L'abréviation "OCPD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "overcurrent protective device".

[SOURCE: IEC 60050-826:2004 826-14-14, modifié – Le terme "le ou les conducteurs" a été supprimé.]

### 3.70

#### **courant de crête admissible**

$I_{pk}$

valeur de crête du courant de court-circuit déclarée par le fabricant du *SECP* pouvant être supportée sans dommage dans des conditions spécifiées, définies en termes de courant et de durée

Note 1 à l'article: Pour les besoins de la présente norme,  $I_{pk}$  fait référence à la valeur de crête asymétrique initiale du courant présumé d'essai.

Note 2 à l'article: La durée peut être spécifiée comme étant le nombre de cycles successifs à 50 Hz ou à 60 Hz.

[SOURCE: IEC 61439-1:2011, 3.8.10.2, modifié – La définition est modifiée pour correspondre à l'utilisation des applications des systèmes électroniques de conversion de puissance (SECP).]

### 3.71

#### **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

Note 1 à l'article: Un *dispositif de protection contre les courts-circuits* est uniquement adapté à la protection contre les courts-circuits, et non pas à la protection contre les surcharges. Un *OCPD* peut également intégrer la fonction d'un *DPCC*.

[SOURCE: IEC 61439-1:2011, 3.1.11, modifié – La note a été ajoutée.]

### 3.72

#### **courant de courte durée admissible**

$I_{cw}$

valeur efficace du courant de courte durée, déclarée par le fabricant du SECP, à laquelle le circuit peut résister dans des conditions spécifiées, définies en termes de courant et de durée

[SOURCE: IEC 61439-1:2011, 3.8.10.3, modifié – L'adjectif "assigné" est supprimé du terme, le terme "constructeur" est remplacé par "fabricant" et le terme "ENSEMBLES" est remplacé par le terme "SECP".]

## 4.2 Conditions anormales et de défaut

*Ajouter, après le deuxième alinéa, le nouvel alinéa suivant:*

Les composants spécifiés en 4.2 comprennent également des systèmes d'isolation, des accès, etc.

*Ajouter à la fin de la liste à puces, la nouvelle puce suivante:*

- une force électromagnétique et un danger thermique, selon 4.3.

### 4.3.1 Généralités

*Ajouter, après le premier alinéa, le nouvel alinéa suivant:*

Pour garantir une coordination correcte entre les dispositifs de protection contre les courts-circuits et le courant de court-circuit présumé, le fabricant du SECP doit spécifier et soumettre à l'essai pour chaque accès d'entrée de l'alimentation réseau du SECP:

- le courant de court-circuit conditionnel ( $I_{cc}$ ) selon 4.3.2.2, ou
- le courant assigné de courte durée admissible ( $I_{cw}$ ) selon 4.3.5.

Les accès individuels de l'alimentation réseau d'un SECP doivent avoir les valeurs assignées spécifiques de court-circuit soit de  $I_{cc}$  soit  $I_{cw}$  soit les deux.

La valeur  $I_{cw}$  spécifiée en 4.3.5 peut s'appliquer uniquement lorsque la conformité ne dépend pas des caractéristiques du DPCC.

Lorsqu'un accès de sortie est raccordé ou destiné à être raccordé à l'accès d'entrée de l'alimentation réseau, l'accès de sortie doit également être spécifié avec une valeur assignée de courant  $I_{cc}$  ou  $I_{cw}$  (par exemple dérivation entre l'accès d'entrée de l'alimentation réseau et l'accès de sortie).

Pour le marquage, voir 6.2.

Voir l'Annexe N pour de plus amples informations.

#### 4.3.2.2 Tenue au court-circuit des accès d'entrée

*Remplacer le titre et le texte comme suit:*

##### 4.3.2.2 Spécification du courant assigné de court-circuit conditionnel ( $I_{cc}$ ) sur les accès d'entrée

Lorsque le fabricant du SECP sélectionne la valeur assignée du courant de court-circuit conditionnel ( $I_{cc}$ ) selon 4.3.1, les éléments suivants doivent être spécifiés:

- le *courant de court-circuit conditionnel* ( $I_{cc}$ ),
- les caractéristiques du *dispositif de protection contre les courts-circuits*, et
- la *valeur minimale exigée du courant de court-circuit présumé* ( $I_{cp,mr}$ ).

La conformité est démontrée par l'évaluation selon 4.2 pour déterminer la combinaison appropriée d'essais selon 5.2.4.4, 5.2.4.6 et 5.2.3.11.3 pour l'évaluation des conditions de défaut unique et anormales, y compris les défauts d'isolement.

Si une analyse démontre que le résultat d'un essai est représentatif du cas le plus défavorable, il n'est pas nécessaire de soumettre aux essais des combinaisons moins strictes.

Ajouter, après 4.3.4, le nouveau paragraphe suivant:

#### **4.3.5 Courant de courte durée admissible des accès d'entrée, $I_{cw}$**

Lorsque le fabricant du *SECP* sélectionne la valeur assignée du *courant de courte durée admissible* ( $I_{cw}$ ) selon 4.3.1, les éléments suivants doivent être spécifiés:

- le *courant assigné de courte durée admissible* ( $I_{cw}$ ),
- la durée associée, et
- le *courant assigné de crête admissible* ( $I_{pk}$ ).

La conformité est démontrée par l'évaluation selon 4.2 pour déterminer la combinaison appropriée d'essais selon 5.2.3.11.3 et 5.2.4.10 pour évaluer les conditions de défaut unique et anormales, y compris les défauts d'isolement.

Si une analyse démontre que le résultat d'un essai est représentatif du cas le plus défavorable, il n'est pas nécessaire de soumettre aux essais des combinaisons moins strictes.

#### **5.2.4.2 Critères de réussite**

Ajouter, après la dernière puce, les nouvelles puces suivantes:

- les composants, par exemple des supports de jeux de barres, utilisés pour le montage des *parties actives*, ne doivent pas s'écarter de leur position initiale;
- aucun conducteur ne doit pouvoir être extrait de son bornier de raccordement.

Ajouter, dans le Tableau 22, le nouvel essai suivant en dessous de "Essais de fonctionnement anormal":

|                                                                   |   |  |       |          |
|-------------------------------------------------------------------|---|--|-------|----------|
| Essai de tenue au courant de courte durée admissible ( $I_{cw}$ ) | X |  | 4.3.5 | 5.2.4.10 |
|-------------------------------------------------------------------|---|--|-------|----------|

Ajouter, après 5.2.4.9.4, le nouveau paragraphe suivant:

#### **5.2.4.10 Essai de tenue au courant de courte durée admissible ( $I_{cw}$ ) (essai de type)**

##### **5.2.4.10.1 Généralités**

Selon les exigences de 4.3.5, l'essai de tenue au *courant de courte durée admissible* doit être réalisé comme un *essai de type* afin de vérifier la sécurité du *SECP*.

Les courts-circuits sont appliqués dans le *SECP* à des emplacements spécifiés dans l'évaluation de 4.2 de manière à pouvoir exposer les bornes et autres parties situées dans le chemin de courant de défaut au courant de court-circuit.

#### 5.2.4.10.2 Méthode d'essai de tenue au courant de courte durée admissible

Les bornes d'accès d'entrée de *l'alimentation réseau* doivent être équipées d'un câble avec une section spécifiée pour *l'installation*.

Si un dispositif de coupure est utilisé pour initier le court-circuit ou mettre sous tension le *SECP*, il ne doit pas limiter le courant d'essai.

La longueur totale du câble (départ et arrivée) doit être d'environ 2 m, à moins que cette longueur soit insuffisante, auquel cas la longueur doit être aussi courte que possible pour réaliser l'essai.

Les essais doivent comprendre des essais individuels pour chaque accès d'entrée de *l'alimentation réseau*. La combinaison de bornes la plus défavorable (y compris le neutre et la terre) doit être soumise à un essai de court-circuit. Une analyse peut être utilisée pour réduire le nombre d'essais s'il est démontré que les résultats d'une combinaison de bornes sont représentatifs des résultats prévus d'une autre combinaison.

Le *SECP* peut être soumis à l'essai hors tension et ne fonctionnant pas comme prévu avant l'essai de tenue au court-circuit, si l'on peut démontrer que le résultat de l'essai n'a pas été affectée.

Un nouvel échantillon peut être utilisé pour chaque essai de court-circuit.

Le Tableau 37 présente la méthode d'essai en courant alternatif comme exigence minimale pour le *SECP*. Les exigences relatives au courant continu sont à l'étude.

Si la valeur  $I_{cp}$  spécifiée est supérieure à celle indiquée dans le Tableau 37, les courants d'essai recommandés sont: 16 kA, 20 kA, 25 kA, 35 kA, 50 kA, 65 kA, 85 kA, 100 kA.

En fonction des caractéristiques du *SECP*, les valeurs réelles observées au cours de l'essai peuvent être différentes de celles présentées dans le Tableau 37, auquel cas les valeurs observées doivent être utilisées pour la déclaration de  $I_{cw}$ .

**Tableau 37 – Essai de tenue au courant alternatif  
de courte durée admissible, exigences minimales applicables au SECP**

| Courant d'entrée<br>assigné du SECP<br>(valeur efficace)<br><br>A | Courant d'essai présumé <sup>a</sup>                        |                                                                                   | Rapport de courant<br>de crête asymétrique<br>initial <sup>e</sup><br>( $I_{pk}/I_{cw}$ ) | Durée minimale du<br>courant d'essai<br>présumé <sup>f, g</sup><br><br>(cycles 50 Hz à 60 Hz) |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                   | (valeur efficace)<br><br>A <sup>b</sup>                     | Facteur de puissance<br>type <sup>e</sup>                                         |                                                                                           |                                                                                               |
| $I \leq 16$                                                       | 1 000 <sup>c d</sup>                                        | 0,95                                                                              | 1,42                                                                                      | 1,5                                                                                           |
|                                                                   | 3 000                                                       | 0,9                                                                               |                                                                                           |                                                                                               |
| $16 < I \leq 75$                                                  | 6 000                                                       | 0,7                                                                               | 1,53                                                                                      | 1,5                                                                                           |
| $75 < I \leq 400$                                                 | 10 000                                                      | 0,5                                                                               | 1,70                                                                                      | 1,5                                                                                           |
| $400 < I \leq 500$                                                | 10 000                                                      | 0,5                                                                               | 1,70                                                                                      | 3,0                                                                                           |
| $500 < I$                                                         | $20 \times I$ ou 50 kA<br>selon la valeur la plus<br>faible | $0,5 - 0,3 \times (I - 500) / 2\,000$<br>ou 0,2 selon la valeur la<br>plus élevée | $(0,5 I + 3\,150) / 2\,000$<br>ou 2,2<br>selon la valeur la plus<br>faible                | 3,0                                                                                           |

<sup>a</sup> Dans le contexte de la présente norme, le courant d'essai présumé doit être considéré comme le *courant de court-circuit présumé* ( $I_{cp}$ ) – voir 3.70.

<sup>b</sup> Valeurs compatibles avec le Tableau 4 de l'IEC 60947-6-1:2005 et l'IEC 60947-6-1:2005/AMD1:2013.

<sup>c</sup> SECP enfichable seulement.

<sup>d</sup> Le courant de défaut type des réseaux d'alimentation publics de courant assigné inférieur ou égal à 75 A et destinés à alimenter des matériels de courant assigné inférieur ou égal à 16 A peut être calculé à partir des impédances de référence données dans l'IEC TR 60725:2012: conducteur de phase 0,24 + j0,15  $\Omega$  et conducteur de neutre 0,16 + j0,10  $\Omega$ . Pour les alimentations 230 V/400 V, ceci donne lieu à des courants de défaut types de 0,5 kA (230 V) et 0,7 kA (400 V).

<sup>e</sup> Issu du Tableau 16 de l'IEC 60947-1:2007.

<sup>f</sup> Si une durée plus courte est souhaitée, la valeur  $I_{cc}$  définie selon 4.3.2.2 peut être spécifiée.

<sup>g</sup> Pour assurer la compatibilité totale avec le DPCC externe afin d'éliminer le défaut pendant la durée spécifiée, il convient de prendre en considération une durée minimale plus longue et de spécifier le cas dans lequel la durée spécifiée doit être utilisée pour l'essai. Voir également 5.3.4 de l'IEC 61439-1:2011.

### 5.2.4.10.3 Critères de réussite

À l'issue de l'essai de tenue au *courant de courte durée admissible* ( $I_{cw}$ ), le SECP doit satisfaire aux critères de réussite de 5.2.4.2.

## 6.2 Informations pour le choix

Remplacer la liste à puces existante par la nouvelle liste à puces suivante:

- le nom ou la marque du fabricant, du fournisseur ou de l'importateur;
- le numéro de catalogue ou son équivalent;
- les caractéristiques assignées électriques pour chaque accès de puissance:
  - la tension d'entrée nominale maximale;
  - la tension de sortie nominale maximale;
  - le courant de sortie nominal maximal ou la puissance assignée de sortie nominale;
  - la valeur efficace du courant d'entrée nominal maximal pour le dimensionnement des éléments de protection contre la surcharge et le câblage;
  - le nombre de phases (par exemple 3 en courant alternatif);
  - la plage nominale de fréquences (par exemple, 50 Hz à 60 Hz);
  - la protection de classe (I, II, III);

- le type de *système* d'alimentation électrique (par exemple TN, IT, etc.) auquel les *SECP* peuvent être raccordés;
- la ou les valeurs assignées du courant de court-circuit en termes de:
  - *courant de court-circuit conditionnel* ( $I_{cc}$ ) et *valeur minimale exigée du courant de court-circuit présumé*  $I_{cp,mr}$  et *caractéristiques du dispositif de protection contre les courts-circuits* selon 4.3.2.2, ou
  - *courant assigné de courte durée admissible* ( $I_{cw}$ ), *durée et courant assigné de crête admissible* ( $I_{pk}$ ) selon 4.3.5.
- le *courant de court-circuit en sortie* selon 4.3.2.3;
- les exigences relatives à l'alimentation de la charge (le cas échéant);
- le type de liquide de refroidissement et la pression d'emploi pour un *SECP* refroidi par liquide;
- la classification IP pour *l'enveloppe*;
- les conditions de fonctionnement et de stockage;
- la ou les références à la ou aux normes appropriées pour la fabrication, l'essai ou l'utilisation;
- la référence aux instructions d'installation, d'utilisation et de maintenance.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62477-1:2012/AMD1:2016

Ajouter la nouvelle Annexe N suivante:

## **Annexe N** (informative)

### **Lignes directrices relatives au courant de court-circuit**

#### **N.1 Généralités**

L'Annexe N a pour objet de fournir des informations de base plus détaillées concernant les valeurs assignées de court-circuit en entrée et en sortie comme cela est spécifié en 4.3, à prendre en compte dans les conditions anormales et de *défaut unique* spécifiées en 4.2.

Les courts-circuits internes à un *SECP* dus à une défaillance de composant ou à une erreur humaine peuvent endommager de manière significative le matériel et générer un danger potentiel immédiat en raison du *courant de court-circuit présumé* élevé qui peut circuler lorsque le *SECP* est raccordé à un réseau d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu.

Le dommage d'un circuit exposé à un *courant de court-circuit présumé* élevé est principalement dû au très haut niveau de contrainte mécanique générée par le champ magnétique et par l'échauffement extrême dans le circuit et dans ses composants.

L'analyse des conditions anormales et de défaut unique spécifiée en 4.2 repose fortement sur la conception interne du *SECP* ainsi que sur certains paramètres externes.

Si la conception interne relève pleinement de la responsabilité du fabricant, les paramètres externes dépendent des caractéristiques du circuit de l'*installation*. De même, le *courant de court-circuit présumé* de l'*installation* revêt un caractère important et nécessite d'être tout particulièrement pris en compte pour chaque *installation*.

Le *courant de court-circuit présumé* de l'*installation* indique la quantité d'énergie que l'*installation* peut fournir pendant une défaillance dans le produit. Sans dispositifs limiteurs, l'énergie disponible augmente proportionnellement à un *courant de court-circuit présumé* plus élevé, augmentant de ce fait tout risque d'incendie, danger mécanique, choc électrique ou autre danger (voir 4.2) au cours d'une défaillance.

L'une des deux options suivantes pour les caractéristiques assignées de court-circuit doit être spécifiée pour chaque accès d'entrée de l'*alimentation réseau* d'un *SECP* (voir également 4.3.1).

Option 1 telle que spécifiée en 4.3.2.2:

- *courant de court-circuit conditionnel* ( $I_{cc}$ );
- *valeur minimale exigée du courant de court-circuit présumé*  $I_{cp,mr}$ ;
- caractéristiques ou type du *dispositif de protection contre les courts-circuits*.

Option 2 telle que spécifiée en 4.3.5:

- *courant assigné de courte durée admissible* ( $I_{cw}$ );
- durée associée (ms);
- *courant assigné de crête admissible* ( $I_{pk}$ ).

Le *courant de court-circuit présumé* est caractérisé par deux paramètres:

- le courant de crête qui est la valeur maximale du courant qui circule potentiellement pendant un court-circuit d'impédance négligeable;
- l'énergie électrique ( $I^2t$ ) générée par le courant efficace ( $I_{\text{efficace}}$ ) associé à la durée (ms, s) du court-circuit.

L'effet du courant de crête et de  $I^2t$  est principalement lié aux deux risques physiques suivants:

- Les forces mécaniques dangereuses dues aux champs magnétiques générés par le courant de court-circuit, susceptibles de provoquer des dommages mécaniques aux jeux de barres et à l'*enveloppe* et de réduire les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite. La force mécanique est proportionnelle au carré du courant de court-circuit instantané.

NOTE L'IEC 60865-1 donne des informations plus détaillées sur l'effet mécanique du courant de court-circuit.

- L'énergie dangereuse à l'intérieur des composants donnant lieu à une surchauffe/des explosions graves des composants, des défauts d'arc et l'ionisation conductrice de l'air, susceptibles d'engendrer un risque d'incendie, la réduction des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite et la destruction de l'enveloppe. L'impact thermique, c'est-à-dire l'échauffement des conducteurs, est proportionnel au carré de la valeur efficace du courant de court-circuit.

## N.2 Coordination du courant de court-circuit

### N.2.1 Généralités

Afin de garantir que le *SECP* et les composants sont en mesure de fonctionner en toute sécurité sous le courant de court-circuit disponible pendant une défaillance, il est nécessaire de concevoir le *SECP* et les autres composants de l'*installation* et de les spécifier en fonction du *courant de court-circuit présumé* au point où ils sont installés.

La série IEC 60909 donne des lignes directrices relatives au calcul des *courants de court-circuit présumés* dans les réseaux triphasés à courant alternatif. Les conséquences du court-circuit sont traitées dans la série IEC 60865.

### N.2.2 Courant de court-circuit conditionnel ( $I_{\text{cc}}$ ) et valeur minimale exigée du courant de court-circuit présumé ( $I_{\text{cp, mr}}$ )

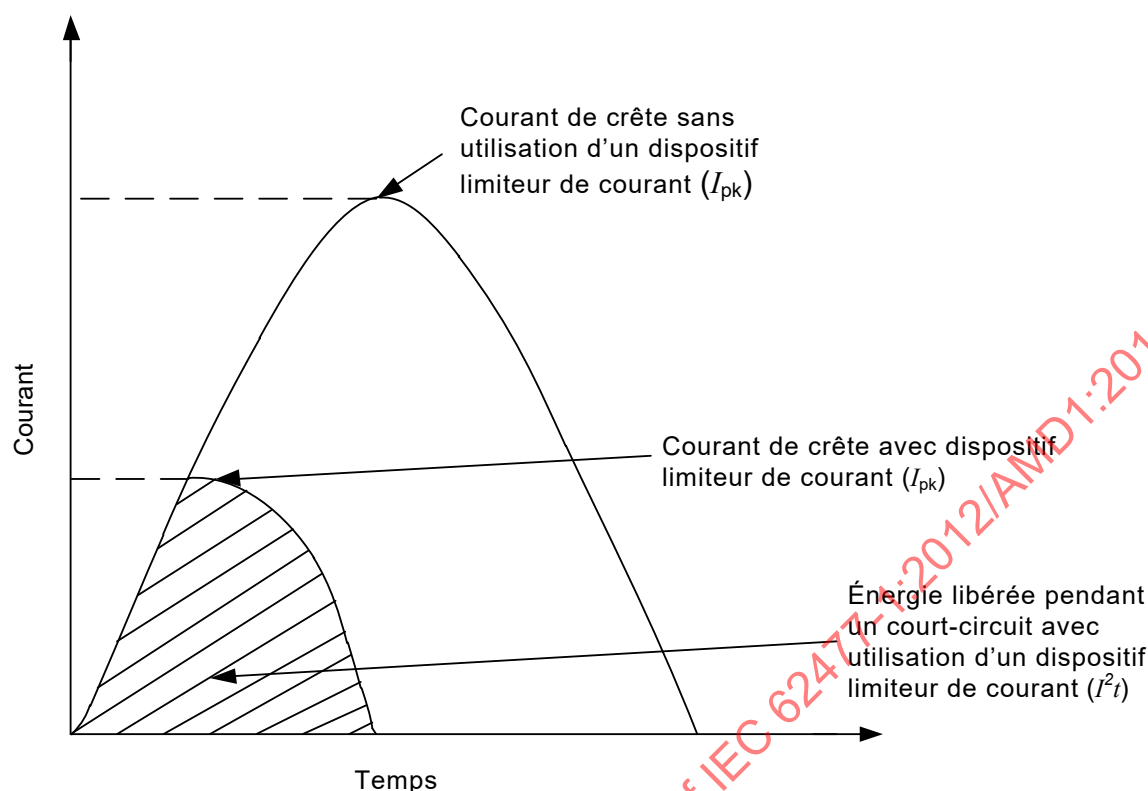
#### N.2.2.1 Généralités

Le *courant assigné de court-circuit conditionnel* ( $I_{\text{cc}}$ ) est défini en 4.3.2.2.

#### N.2.2.2 Courant de court-circuit conditionnel ( $I_{\text{cc}}$ )

Dans le cadre de la spécification de  $I_{\text{cc}}$ , la protection du *SECP* dépend des caractéristiques du *dispositif de protection contre les courts-circuits* (par exemple fusible ou disjoncteur).

Afin de réduire l'énergie du courant de défaut et le courant de crête, limiter l'endommagement du *SECP* et éviter tout danger, un *dispositif limiteur de courant* peut être utilisé. Les caractéristiques de limitation de courant du dispositif de protection limitent de manière significative l'énergie  $I^2t$  et le courant de crête, comme cela est représenté à la Figure N.1. Par conséquent, le dommage et le risque d'un danger sont réduits de manière appréciable. Voir l'Article N.3 pour de plus amples informations.



IEC

**Figure N.1 – Exemple de courbe de courant de court-circuit selon la spécification de  $I_{cc}$**

La coordination du *SECP* avec le *DPCC* en amont spécifié est généralement réalisée par l'installateur pour assurer que le *DPCC* est en mesure d'interrompre en toute sécurité le courant de défaut en cas de court-circuit.

### **N.2.2.3 Valeur minimale exigée du courant de court-circuit présumé ( $I_{cp,mr}$ )**

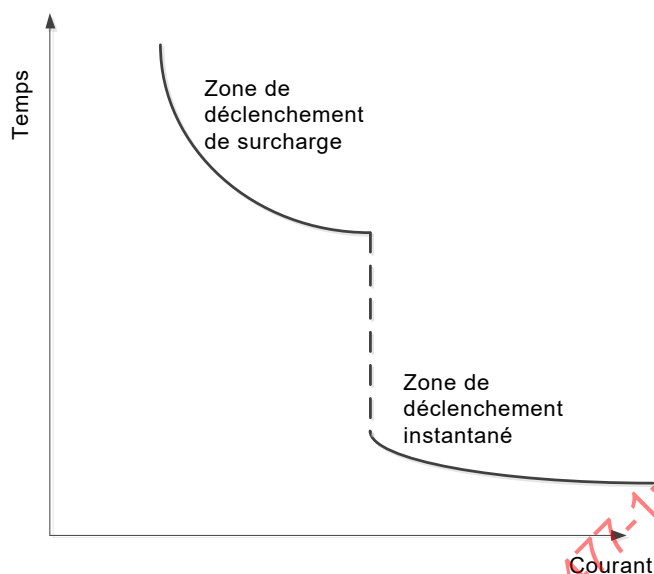
En fonction de la caractéristique du *dispositif de protection contre les courts-circuits*, un courant minimal s'avère nécessaire pendant une défaillance afin d'assurer le bon fonctionnement du *dispositif de protection contre les courts-circuits*.

Si la valeur maximale du *courant de court-circuit présumé* donne lieu au courant de défaut le plus élevé mais assure le temps de fonctionnement le plus court du *dispositif de protection contre les courts-circuits*, pour sa part, la valeur minimale du *courant de court-circuit présumé* donne lieu à un courant de défaut plus faible avec un temps de fonctionnement significativement plus long et, en conséquence, une augmentation de  $I^2t$  pendant le défaut.

Il convient que le fabricant soit capable de démontrer que le *SECP* et le *DPCC* spécifié ont satisfait à l'essai avec la *valeur minimale exigée du courant de court-circuit présumé* spécifiée.

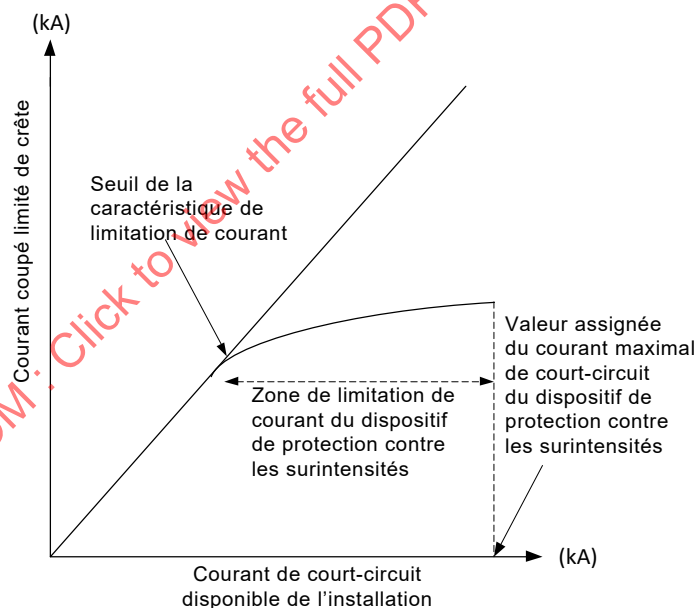
Un fabricant peut spécifier une valeur maximale et une *valeur minimale exigée du courant de court-circuit présumé* en tout point sur les courbes de déclenchement du *DPCC*. Cependant, ce choix affecte le fonctionnement du *DPCC* et la quantité d'énergie libérée au cours d'un défaut.

Pour garantir une valeur  $I^2t$  suffisamment faible et un fonctionnement rapide du *DPCC*, il est recommandé de choisir une *valeur minimale exigée du courant de court-circuit présumé* dans la zone de déclenchement instantané ou dans la zone de limitation de courant présentant les caractéristiques d'un *DPCC* choisi. Voir la Figure N.2 et la Figure N.3.



IEC

Figure N.2 – Exemple de caractéristique de déclenchement d'un disjoncteur



IEC

Figure N.3 – Exemple de caractéristique de déclenchement d'un fusible limiteur de courant

L'essai démontrant la conformité à la *valeur minimale exigée du courant de court-circuit présumé* peut être évité si l'analyse du risque peut démontrer que le courant de crête et les valeurs  $I^2t$  sont inférieurs aux valeurs de l'essai avec la valeur maximale du *courant de court-circuit présumé*.

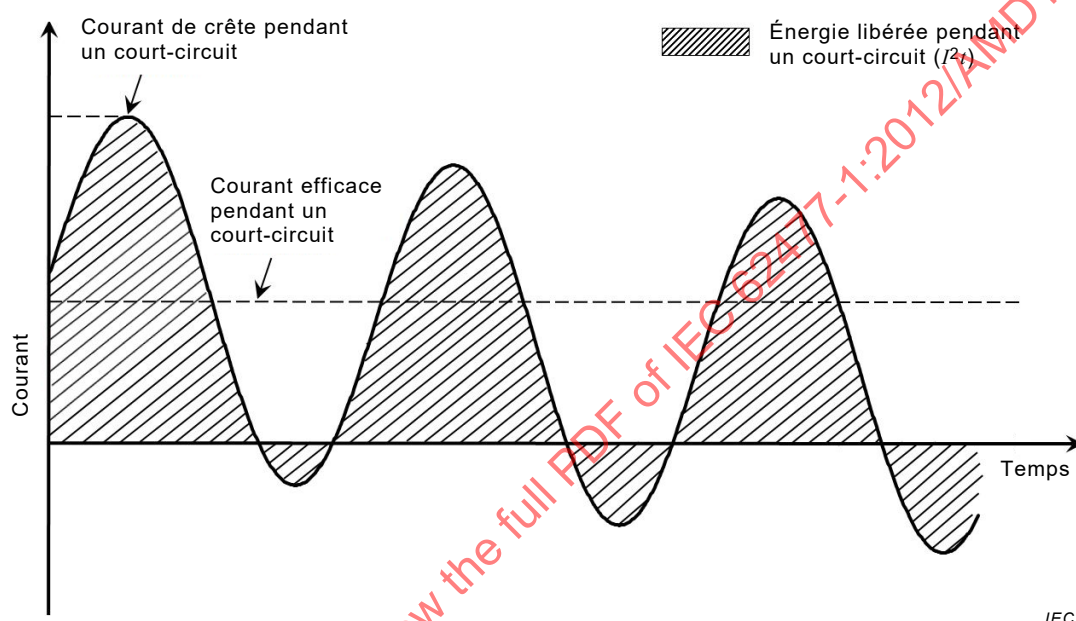
### N.2.3 Courant de courte durée admissible ( $I_{cw}$ )

Le courant assigné de court-circuit est exprimé selon les explications données en 4.3.5. La Figure N.4 représente une forme d'onde type de ce courant assigné.

Lorsque l'application exige une capacité élevée de tenue au courant de défaut sur l'accès de sortie du SECP (par exemple pour supprimer un défaut du côté sortie du SECP), une valeur assignée  $I_{cw}$  d'entrée appropriée est nécessaire.

La coordination du SECP et de l'installation est nécessaire afin de s'assurer que le dispositif de protection en amont de l'installation est en mesure d'interrompre en toute sécurité le courant de court-circuit. Voir l'Article N.3 pour de plus amples informations.

La spécification du *courant de courte durée admissible*,  $I_{cw}$ , constitue la valeur assignée la plus souple mais représente également la solution la plus difficile à réaliser car elle implique que le SECP doit être en mesure de gérer non seulement le niveau d'énergie le plus élevé ( $I^2t$ ) mais également un courant de crête très élevé.



**Figure N.4 – Exemple de courbe de courant de court-circuit selon la spécification de  $I_{cw}$**

L'IEC 60909-0:2016 donne des informations sur les courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif.

### **N.3 Lignes directrices relatives à la spécification du courant de court-circuit et du dispositif de protection contre les courts-circuits**

#### **N.3.1 Généralités**

Pour les installations dans lesquelles le SECP est installé, la protection contre les courts-circuits est coordonnée pour assurer une interruption en toute sécurité d'un court-circuit à l'intérieur du SECP.

Les éléments suivants sont inclus à titre de clarification pour l'élaboration des spécifications du fabricant:

- le courant de court-circuit présumé ( $I_{cp}$ );
- le courant assigné de courte durée admissible ( $I_{cw}$ );
- le courant de court-circuit conditionnel ( $I_{cc}$ );
- la valeur minimale exigée du courant de court-circuit présumé ( $I_{cp,mr}$ );

- le *dispositif de protection contre les courts-circuits*.

Lorsque le *SECP* est spécifié avec un *courant de court-circuit conditionnel* ( $I_{cc}$ ), et un *dispositif de protection contre les courts-circuits* spécifié, il est garanti que:

- le *courant de court-circuit présumé* disponible de l'installation doit se trouver entre la valeur maximale et la *valeur minimale exigée du courant de court-circuit présumé du SECP*,
- le courant assigné de court-circuit du dispositif de protection doit être supérieur ou égal au *courant de court-circuit présumé de l'installation* au niveau des bornes du *dispositif de protection contre les courts-circuits*,
- un *dispositif de protection contre les courts-circuits* qui satisfait à la caractéristique de courant est spécifié par le fabricant du *SECP*, ou
- un *dispositif particulier de protection contre les courts-circuits*, spécifié par le fabricant du *SECP*, est installé devant le *SECP*.

Lorsque le *SECP* est spécifié avec un *courant de courte durée admissible* ( $I_{cw}$ ), un *courant de crête admissible* ( $I_{pk}$ ) et des valeurs assignées de durée, il doit être garanti que:

- le *courant assigné de courte durée admissible* ( $I_{cw}$ ) du *SECP* doit être supérieur ou égal au *courant de court-circuit présumé efficace de l'installation* au niveau des bornes du *SECP*,
- le *courant de crête admissible* ( $I_{pk}$ ) du *SECP* doit être supérieur ou égal au courant de crête de court-circuit présumé de l'installation au niveau des bornes du *SECP*, et
- la durée maximale pendant laquelle le courant  $I_{cw}$  est spécifié pour le *SECP* doit être supérieure ou égale au temps de fonctionnement maximal du *dispositif de protection contre les courts-circuits* situé en amont du *SECP*.

Le *courant de court-circuit présumé*,  $I_{cp}$ , disponible depuis l'alimentation réseau est établi à 50 kA dans les exemples indiqués en N.3.2 et N.3.5. Un autre niveau aurait pu être choisi et aurait fonctionné tout aussi bien.

Les exemples ne sont pas destinés à représenter la construction d'une *installation* type ni à présenter la position ou les nombres de disjoncteurs, interrupteurs, fusibles entre l'alimentation réseau et le *SECP*.

Aucun des exemples n'est calculé ni ne constitue des solutions réelles. Les différents niveaux de courant, durées et dispositifs ne sont sélectionnés qu'à des fins d'explication.

### N.3.2 Exemple 1: Deux *SECP* ou plus avec différentes valeurs assignées

L'exemple indiqué dans la Figure N.5 fournit certaines lignes directrices générales relatives à la méthode d'application de  $I_{cw}$ ,  $I_{pk}$  et la durée ou  $I_{cc}$  et le *dispositif de protection contre les courts-circuits* pour deux *SECP* ou plus, les accès étant situés dans la même *installation*.