

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Low-voltage switchgear and controlgear assemblies –
Part 6: Busbar trunking systems (busways)**

**Ensembles d'appareillage à basse tension –
Partie 6: Systèmes de canalisation préfabriquée**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61439-6:2012



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
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.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - 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.

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.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - 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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Low-voltage switchgear and controlgear assemblies –
Part 6: Busbar trunking systems (busways)**

**Ensembles d'appareillage à basse tension –
Partie 6: Systèmes de canalisation préfabriquée**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 29.130.20

ISBN 978-2-83220-084-1

**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.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	6
4 Symbols and abbreviations.....	8
5 Interface characteristics	8
6 Information	12
7 Service conditions	12
8 Constructional requirements.....	13
9 Performance requirements	14
10 Design verifications	15
11 Routine verifications	27
Annexes	28
Annex C (informative) Specification schedule	29
Annex D (informative) Design verification	33
Annex AA (informative) Voltage drop of the system.....	34
Annex BB (informative) Phase conductor characteristics.....	35
Annex CC (informative) Fault-loop zero-sequence impedances.....	37
Annex DD (informative) Fault-loop resistances and reactances.....	39
Annex EE (informative) Determination of the magnetic field in the vicinity of the BTS	41
Bibliography.....	42
Figure 101 – Mechanical load test of a straight unit	16
Figure 102 – Mechanical load test of a joint.....	16
Figure 103 – Test arrangement for verification of a fire-barrier BTU.....	27
Figure BB.1 – Phase conductors characteristics determination	35
Figure CC.1 – Fault loop zero-sequence impedances determination	37
Figure DD.1 – Fault loop resistances and reactances determination	39
Figure EE.1 – Magnetic field measurement arrangement	41
Table 101 – Rated diversity factor for a tap-off unit.....	10
Table 102 – Phase conductor characteristics	11
Table 103 – Fault-loop characteristics	11
Table 104 – Characteristics to be used for fault currents calculations	12
Table 105 – Conditioning for the thermal cycling test.....	18
Table C.1 – User specification schedule	29
Table D.1 – Design verifications	33

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES –**Part 6: Busbar trunking systems (busways)**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61439-6 has been prepared by subcommittee 17D: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This first edition of IEC 61439-6 cancels and replaces the third edition of IEC 60439-2 (2000) and its Amendment 1 (2005), and constitutes a technical revision.

This edition of IEC 61439-6 includes the following significant technical changes with respect to the latest edition of IEC 60439-2:

- alignment on the second edition of IEC 61439-1 (2011) regarding the structure and technical content, as applicable;
- introduction of new verifications, accordingly;
- correction of inconsistencies in resistance, reactance and impedance measurements and calculations;
- numerous editorial improvements.

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

FDIS	Report on voting
17D/452/FDIS	17D/454/RVD

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

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

This standard is to be read in conjunction with the second edition of IEC 61439-1. The provisions of the general rules dealt with in IEC 61439-1 (hereinafter referred to as Part 1) are only applicable to this standard insofar as they are specifically cited. When this standard states “addition”, “modification” or “replacement”, the relevant text in Part 1 is to be adapted accordingly.

Subclauses that are numbered with a 101 (102, 103 etc.) suffix are additional to the same subclause in Part 1.

Tables and figures in this Part 6 that are new are numbered starting with 101.

New annexes in this Part 6 are lettered AA, BB, etc.

The “in some countries” notes regarding differing national practices are contained in the following subclauses:

5.4

A list of all parts of the IEC 61439 series, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies* can be found on the IEC website.

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

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

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES –

Part 6: Busbar trunking systems (busways)

1 Scope

NOTE 1 Throughout this part, the abbreviation BTS is used for a busbar trunking system. Where reference to Part 1 is made, the term ASSEMBLY therefore reads as "BTS".

This part of IEC 61439 lays down the definitions and states the service conditions, construction requirements, technical characteristics and verification requirements for low voltage BTS (see 3.101) as follows:

- BTS for which the rated voltage does not exceed 1 000 V in case of a.c. or 1 500 V in case of d.c.;
- BTS intended for use in connection with the generation, transmission, distribution and conversion of electric energy, and for the control of electric energy consuming equipment;
- BTS designed for use under special service conditions, for example in ships, in rail vehicles, and for domestic applications (operated by unskilled persons), provided that the relevant specific requirements are complied with;

NOTE 2 Supplementary requirements for BTS in ships are covered by IEC 60092-302.

- BTS designed for electrical equipment of machines. Supplementary requirements for BTS forming part of a machine are covered by the IEC 60204 series.

This standard applies to all BTS whether they are designed, manufactured and verified on a one-off basis or fully standardized and manufactured in quantity.

The manufacture and/or assembly may be carried out by a manufacturer other than the original manufacturer (see 3.10.1 and 3.10.2 of Part 1).

This standard does not apply to individual devices and self-contained components, such as motor starters, fuse switches, electronic equipment, etc. which will comply with the relevant product standard.

This standard does not apply to the specific types of ASSEMBLIES covered by other parts of the IEC 61439 series, to supply track systems in accordance with IEC 60570, to cable trunking and ducting systems in accordance with the IEC 61084 series, nor to power track systems in accordance with the IEC 61534 series.

2 Normative references

This clause of Part 1 is applicable except as follows.

Addition:

IEC 60332-3-10:2000, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3-10: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Apparatus*

IEC 60439-2:2000, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Particular requirements for busbar trunking systems (busways)*

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

IEC 61786:1998, *Measurement of low-frequency magnetic and electric fields with regard to exposure of human beings – Special requirements for instruments and guidance for measurements*

ISO 834-1:1999, *Fire-resistance tests – Elements of building construction – Part 1: General requirements*

3 Terms and definitions

This clause of Part 1 is applicable except as follows.

Additional definitions:

3.101

busbar trunking system

BTS

busway

enclosed ASSEMBLY used to distribute and control electrical energy for all types of loads, intended for industrial, commercial and similar applications, in the form of a conductor system comprising busbars which are spaced and supported by insulating material in a duct, trough or similar enclosure

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-12-07 modified]

Note 1 to entry: See 3.1.1 of Part 1 for the definition of ASSEMBLY.

Note 2 to entry: The BTS may consist of a full range of mechanical and electrical components such as:

- busbar trunking units with or without tap-off facilities;
- phase transposition, expansion, flexible feeder and adapter units;
- tap-off units;
- additional conductors for communication and/or control.

Note 3 to entry: The term "busbar" does not presuppose the geometrical shape, size and dimensions of the conductor.

3.102

busbar trunking unit

BTU

unit of a BTS complete with busbars, their supports and insulation, external enclosure and any fixing and connecting means to other units, with or without tap-off facilities

Note 1 to entry: BTUs may have different geometrical shapes such as straight length, elbow, tee or cross.

3.103

busbar trunking run

BT run

number of BTUs connected together to form the BTS, excluding the tap-off units

3.104

busbar trunking unit with tap-off facilities

BTU with tap-off facilities

BTU designed to enable tap-off units to be installed at one or more points as predetermined by the original manufacturer

3.105**busbar trunking unit with trolley-type tap-off facilities****BTU with trolley-type tap-off facilities**

BTU designed to permit the use of roller- or brush-type tap-off units

3.106**busbar trunking adapter unit****adapter BTU**

BTU intended to connect two units of the same system but of different type or of different rated current

3.107**busbar trunking thermal expansion unit****thermal expansion BTU**

BTU intended to permit a certain movement in the axial direction of the BT run due to thermal expansion of the system

Note 1 to entry: This term does not presuppose which elements permit movement, e.g. the conductors within the enclosure or both conductors and enclosure

3.108**busbar trunking phase transposition unit****phase transposition BTU**

BTU intended to change the relative positions of the phase conductors in order to balance the inductive reactances or to transpose the phases (such as L1-L2-L3-N to N-L3-L2-L1)

3.109**flexible busbar trunking unit****flexible BTU**

BTU having conductors and enclosures designed to allow a specified change of direction during installation

3.110**busbar trunking feeder unit****feeder BTU**

BTU serving as an incoming unit

Note 1 to entry: See 3.1.9 of Part 1 for the definition of incoming unit.

3.111**tap-off unit**

outgoing unit, either fixed or removable, for tapping-off power from the BTU

Note 1 to entry: See 3.1.10, 3.2.1 and 3.2.2 of Part 1 for the definition of outgoing unit, fixed part and removable part.

Note 2 to entry: A plug-in tap-off unit is a removable tap-off unit (see 8.5.2) which can be connected or disconnected by manual operation

3.112**busbar trunking unit for building movements****BTU for building movements**

BTU intended to allow for building movements due to thermal expansion, contraction and/or flexing of the building

3.113**busbar trunking fire barrier unit****fire barrier BTU**

BTU or a part of, intended to prevent the propagation of fire through building divisions for a specified time under fire conditions

4 Symbols and abbreviations

This clause of Part 1 is applicable except as follows.

Addition:

Symbol / Abbreviation	Term	Subclause
k_{1A}	temperature factor of the BTS	5.3.1
k_{1c}	temperature factor of a circuit	5.3.2
k_{2c}	mounting factor of a circuit	5.3.2
R, X, Z	phase conductor and fault-loop characteristics	5.101

5 Interface characteristics

This clause of Part 1 is applicable except as follows.

5.1 General

Replacement:

The characteristics of the BTS shall ensure compatibility with the ratings of the circuits to which it is connected and the installation conditions and shall be declared by the BTS manufacturer using the criteria identified in 5.2 to 5.6 and 5.101 to 5.102.

The specification schedule according to informative Annex C is intended to help the user and the BTS manufacturer to meet this objective, whether the user:

- select catalogue products the characteristics of which meet their needs, and the requirements of this standard,
- and/or make a specific agreement with the manufacturer.

NOTE Annex C also relates to the topics dealt with in Clauses 6 and 7.

In some cases information provided by the BTS manufacturer may take the place of an agreement.

5.2.4 Rated impulse withstand voltage (U_{imp}) (of the ASSEMBLY)

Replacement of the NOTE:

NOTE Unless otherwise specified, the rated impulse withstand voltage is selected according to overvoltage category IV (origin of installation level) or III (distribution circuit level) as given in Table G.1 of Part 1.

5.3.1 Rated current of the ASSEMBLY (I_{nA})

Addition:

NOTE 4 Where the BTS is not equipped with a single incoming unit at one end of the BT run, (e.g. incoming unit not installed at one end of the BTS, or more than one incoming unit), the rated currents will be subject to agreement between the user and the manufacturer.

The rated current shall apply for a specified mounting orientation (see 5.3.2). However the influence of the mounting orientation may be ignored for short (e.g. less than 3 m long) vertical sections in a horizontal BTS.

The BTS manufacturer may state the rated currents of the BTS for different ambient temperatures for example by means of the following formula:

$$I'_{nA} = k_{1A} I_{nA}$$

where k_{1A} is a temperature factor, equal to 1 at an ambient air temperature of 35 °C.

In case of significant harmonic currents, special agreement shall be made for a reduction factor, if necessary.

5.3.2 Rated current of a circuit (I_{nc})

Addition:

The rated current (I_{nc}) of each circuit (i.e. incoming unit, BTU, tap-off unit, outgoing circuit) shall be equal to or higher than its assumed loading. For tap-off units provided with more than one main outgoing circuit, see also 5.4.

The rated current shall apply for specified mounting conditions. Mounting conditions may include orientation and position, as follows:

a) orientation

Orientation may be horizontal or vertical.

Unless otherwise specified, the reference orientation is horizontal.

b) position

Position may be for example edgewise or flatwise for a BT run, and/or below or on top of the BTU for a tap-off unit.

The BTS manufacturer may state different rated currents for different ambient temperatures and/or mounting conditions, where applicable, for example by means of the following formula:

$$I'_{nc} = k_{1c} k_{2c} I_{nc}$$

where

k_{1c} is a temperature factor, equal to 1 at an ambient air temperature of 35 °C;

k_{2c} is a mounting factor, equal to 1 in the reference mounting conditions.

In case of significant harmonic currents, special agreement shall be made for a reduction factor, if necessary.

5.4 Rated diversity factor (RDF)

Replacement:

For the whole BTS, unless otherwise specified, the RDF (see 3.8.11 of Part 1) shall be equal to 1, i.e. all tap-off units can be continuously and simultaneously loaded with their full rated current, within the limit of the rated current of the BT run(s) and feeder BTU(s)

NOTE 1 This is because thermal influence between tap-off units is considered negligible.

For tap-off units provided with more than one main outgoing circuit, these circuits shall be able to be continuously and simultaneously loaded at their rated current multiplied by the RDF, within the limit of the rated current of the tap-off unit. Unless otherwise specified, the RDF of such tap-off units shall be equal to the values given in Table 101.

Table 101 – Rated diversity factor for a tap-off unit

Number of main outgoing circuits	Rated diversity factor
2 and 3	0,9
4 and 5	0,8
6 to 9 inclusive	0,7
10 (and above)	0,6

The RDF is applicable with the BTS operating at rated current (I_{nA})

NOTE 2 The RDF recognizes that multiple functional units are in practice not fully loaded simultaneously or are intermittently loaded.

NOTE 3 The assumed loading of the outgoing circuits can be a steady continuous current or the thermal equivalent of a varying current.

NOTE 4 In Norway, the overload protection of conductors is not solely based on the use of diversity factors of the downstream circuits.

5.6 Other characteristics

Modification of item e):

e) stationary BTS ;

Modification of item j):

j) enclosed BTS;

Addition:

aa) ability to withstand mechanical loads, either normal or heavy (see 8.1.101);

bb) resistance to flame propagation, if applicable (see 9.101);

cc) fire resistance in building penetration, if applicable (see 9.102).

Additional subclauses:

5.101 Phase conductor and fault-loop characteristics

NOTE 1 For BTS rated below 100 A, the reactances are deemed negligible.

R and X according to Table 102 are intended to be used to calculate voltage drops (see informative Annex AA).

Table 102 – Phase conductor characteristics

Mean phase conductor characteristics at rated current I_{nc} , and rated frequency f_n Ω per-metre length	
Resistance, - at an ambient air temperature of 35 °C - at a conductor temperature of 20 °C	R R_{20}
Reactance (independent from temperature)	X
Positive-sequence and negative-sequence impedances - at an ambient air temperature of 35 °C - at a conductor temperature of 20 °C	$Z = Z_{(1)} = Z_{(2)}$ $Z_{20} = Z_{(1)20} = Z_{(2)20}$
All phase conductor characteristics may be determined according to Annex BB.	

R_{20} and X according to Table 102, and fault-loop resistances and reactances according to Table 103, i.e. the total resistances and reactances of the phase conductor(s) and return path, are intended to be used to calculate fault currents according to the method of impedances (see Table 104).

Z and Z_{20} according to Table 102, and fault-loop zero-sequence impedances according to Table 103, i.e. the total zero-sequence impedances of the phase conductor(s) and return path, are intended to be used to calculate fault currents according to the method of symmetrical components (see Table 104).

NOTE 2 Fault currents reach their lowest value for the highest impedance values; this is deemed to happen when the BTUs are operating at I_{nc} at the maximum normal ambient air temperature i.e. 35 °C, resulting in a conductor temperature of $(35 + \Delta\theta)$ °C, where $\Delta\theta$ is the mean stabilized temperature rise measured according to 10.10.

Conversely fault currents reach their highest value for the lowest impedance values; this is deemed to happen when the BTUs are not operating, resulting in a conductor temperature of 20 °C, and the circuit is closed while a short-circuit is present.

Table 103 – Fault-loop characteristics

Mean fault-loop characteristics at rated frequency f_n Ω per-metre length	Phase-to-phase	Phase-to-neutral	Phase-to-PEN	Phase-to-PE
Zero-sequence impedances - at an ambient air temperature of 35 °C - at a conductor temperature of 20 °C		$Z_{(0)bphN}$ $Z_{(0)b20phN}$	$Z_{(0)bphPEN}$ $Z_{(0)b20phPEN}$	$Z_{(0)bphPE}$ $Z_{(0)b20phPE}$
Resistances - at an ambient air temperature of 35 °C - at a conductor temperature of 20 °C	R_{bphph} $R_{b20phph}$	R_{bphN} R_{b20phN}	R_{bphPEN} $R_{b20phPEN}$	R_{bphPE} $R_{b20phPE}$
Reactances (independent from temperature)	X_{bphph}	X_{bphN}	X_{bphPEN}	X_{bphPE}
Fault-loop zero-sequence impedances may be determined according to Annex CC.				
Fault-loop resistances and impedances may be determined according to Annex DD.				

Table 104 – Characteristics to be used for fault currents calculations

Fault currents	Method of impedances	Method of symmetrical components
Maximum short-circuit current		
- 3-phase	R_{20}, X	Z_{20}
- phase-to-phase	$R_{b20phph}, X_{bphph}$	Z_{20}
- phase-to-neutral	R_{b20phN}, X_{bphN}	Z_{20} and $Z_{(0)20phN}$
Minimum short-circuit current		
- phase-to-phase	R_{bphph}, X_{bphph}	Z
- phase-to-neutral	R_{bphN}, X_{bphN}	Z and $Z_{(0)phN}$
Earth fault current (phase-to-PE(N))	$R_{bphPE(N)}, X_{bphPE(N)}$	Z and $Z_{(0)phPE(N)}$

NOTE 3 The method of symmetrical components is based on respectively summing the modulus of the fault-loop positive-, negative- and zero-sequence impedances (see IEC 60909-0). Similarly the method of impedance is based on respectively summing the modulus of the fault-loop resistances and reactances.

5.102 Electromagnetic field

The strength of the power frequency magnetic field in the vicinity of the BT run may be stated by the BTS manufacturer.

NOTE The magnetic field is a fast-decreasing function of the distance.

A method for measurement and calculation of the modulus of the magnetic field around the BTS is given in Annex EE.

6 Information

This clause of Part 1 is applicable except as follows.

6.1 ASSEMBLY designation marking

Addition after the first paragraph:

One nameplate shall be located near one end of each BTU and one on each tap-off unit.

Replacement:

d) IEC 61439-6.

7 Service conditions

This clause of Part 1 is applicable except as follows.

7.2 Special service conditions

Addition:

- aa) exposure to special mechanical loads, such as lighting apparatus, additional cables, ladder supports, etc.;
- bb) applications with high repetitive overcurrent, for example resistance welding;
- cc) installation near highly sensitive IT equipment, such as high-speed data networks, radiology apparatus, workstation monitors, etc.;

- dd) applications requiring defined performance under fire conditions, e.g. circuit integrity for a definite time.

8 Constructional requirements

This clause of Part 1 is applicable except as follows.

8.1.5 Mechanical strength

Addition after the last paragraph:

BTS with trolley-type tap-off facilities shall be able to carry out successfully 10 000 cycles of to-and-fro movements along the conductors of the BT run, with the sliding contacts carrying their rated current at rated voltage. In the case of a.c., the power factor of the load shall be between 0,75 and 0,8.

Compliance to this requirement is checked by the test of 10.13.

Additional subclauses:

8.1.101 Ability to withstand mechanical loads

BTS intended for horizontal installation shall be able to withstand in use normal or heavy mechanical loads as specified according to 5.6 aa).

Normal mechanical loads include the weight of the feeder unit, if not supported by its own separate fixings, and tap-off units, in addition to the weight of the BTUs.

Heavy mechanical loads include additional loads such as the weight of a person.

NOTE This statement does not imply that a BTS is a walkway.

The necessary mechanical properties may be obtained by the choice of material, its thickness, its shape, and/or by the number of and position of fixing points as indicated by the original manufacturer.

Compliance to this requirement is checked by test according to 10.2.101.

8.1.102 Ability of plug-in tap-off units to withstand thermal variations

Plug-in tap-off units in which the contact force is developed by the deflection of a spring member shall be able to withstand the mechanical constraints due to temperature variations when subjected to intermittent duty.

NOTE For the purpose of this requirement, a disc spring is not considered to be a spring member.

Compliance is checked by test according to 10.2.102.

8.2.1 Protection against mechanical impact

Replacement:

Where a degree of protection against mechanical impact according to IEC 62262 IK code is declared by the original manufacturer, the BTS shall be so designed that it is capable of withstanding the test according to IEC 62262 IK code (see 10.2.6).

8.3.2 Clearances

Addition after the first paragraph:

Clearances of supplementary insulation shall be not less than those specified for basic insulation. Clearances of reinforced insulation shall be dimensioned to the rated impulse voltage one step higher than those specified for basic insulation (see Table 1 of Part 1).

8.3.3 Creepage distances

Addition after the third paragraph:

Creepage distances of supplementary insulation shall be not less than those specified for basic insulation. Creepage distances of reinforced insulation shall be twice those specified for basic insulation (see Table 2 of Part 1).

8.4.3.2.3 Requirements for protective conductors providing protection against the consequences of faults in external circuits supplied through the BTS

Addition after the last paragraph:

In BTS with trolley tap-off facilities, constructional precautions shall be taken to ensure good and permanent conductivity between the exposed conductive parts of tap-off units and the stationary exposed conductive parts, in particular when the enclosure of the fixed units is part of the protective circuit of the installation.

8.5.2 Removable parts

Replacement of the third paragraph:

A removable part may be fitted with a device, which ensures that it can only be removed and inserted after its main circuit has been switched off from the load.

Addition:

NOTE A tap-off unit is or is not a removable part as defined in this subclause and in 3.2.2 of Part 1, according to the manufacturer's designation.

8.5.5 Accessibility

This subclause of Part 1 is not applicable.

Additional subclause:

8.6.101 Correct connection between BTS units

BTUs shall be so designed as to ensure correct connection between the conductors of adjacent units forming a BTS (power circuits, auxiliary and communication circuits, PE...). This requirement may be achieved by proper identification of each connection.

BTUs and tap-off units shall be so designed as to ensure correct connection between their conductors (power circuits, auxiliary and communication circuits, PE...). This requirement shall be achieved by insertion interlocks (see 3.2.5 of Part 1).

9 Performance requirements

This clause of Part 1 is applicable except as follows.

9.2 Temperature rise limits

Replacement of footnote ^d in Table 6:

- ^d Unless otherwise specified, in the case of covers and enclosures, which are accessible but need not be touched during normal operation, a 25 K increase on these temperature-rise limits for metal surfaces and a 15 K increase on these temperature-rise limits for insulating material surfaces are permissible.

Additional subclauses:

9.101 Resistance to flame propagation

A non-flame-propagating BTS either shall not ignite or, if ignited, shall not continue to burn when the source of ignition is removed.

Compliance is checked by the flame-propagation tests according to 10.101.

9.102 Fire resistance in building penetration

A fire barrier BTU, if any, shall be designed to prevent the propagation of fire, for a specified time, under fire conditions, where the BTS passes through horizontal or vertical building divisions (for example, wall or floor).

Where applicable, the following times are preferred: 60 min, 90 min, 120 min, 180 min or 240 min.

This may be achieved by means of additional parts.

Compliance is checked by the fire-resistance test according to 10.102.

10 Design verifications

This clause of Part 1 is applicable except as follows.

10.1 General

Replacement of the second paragraph:

Where tests on the BTS have been conducted in accordance with IEC 60439-2, and the test results fulfil the requirements of this Part 6 of IEC 61439, the verification of these requirements need not be repeated.

Addition at the end of b) Performance:

- 10.101 Resistance to flame propagation;
- 10.102 Fire resistance in building penetration.

10.2.6 Mechanical impact

Replacement:

The BTS shall be tested according to IEC 62262.

After the test, the BTS shall continue to provide the IP code and dielectric strength; it shall be possible to remove and reinstall removable covers and tap-off units and to open and close doors, as applicable.

Additional subclauses:

10.2.101 Ability to withstand mechanical loads

10.2.101.1 Test procedure for a straight busbar trunking unit

The first test shall be made on one straight BTU supported as in normal use at two positions spaced at the maximum distance D specified by the original manufacturer. The location and form of the supports shall be specified by the original manufacturer. See Figure 101.

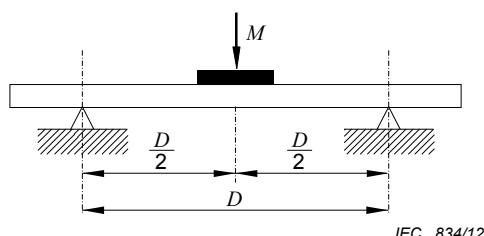


Figure 101 – Mechanical load test of a straight unit

A mass M shall be placed without dynamic loading on a square rigid piece with sides equal to the width of the BTU, at the midpoint between the supports on top of the enclosure.

The mass M shall be equal to:

- $m + m_L$ for normal loads
- $m + m_L + 90$ kg for heavy loads

where

- m is the mass of the BTU between the supports
- m_L is the mass of the feeder and tap-off units specified by the original manufacturer to be connected to the length D .

The duration of the test shall be at least 5 min.

10.2.101.2 Test procedure for a joint

A second test shall be made on two BTUs joined together and supported as in normal use at the minimum number of positions at the distances D and D_1 . The distance D is that specified in 10.2.101.1; the distance D_1 is the maximum distance between supports adjacent to a joint as specified by the original manufacturer. The joint shall be placed midway between the supports. See Figure 102.

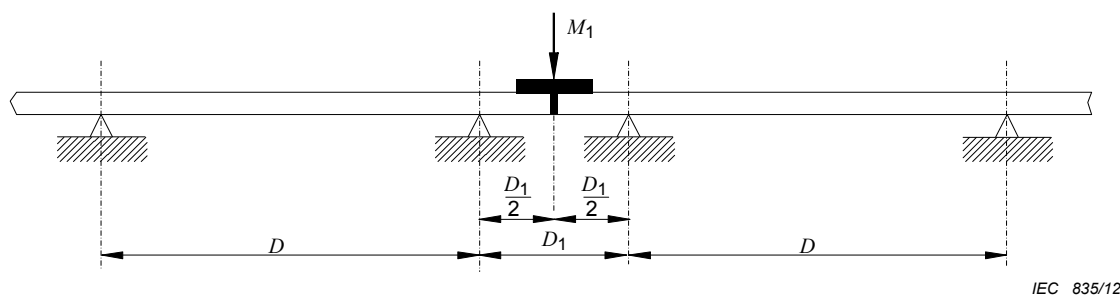


Figure 102 – Mechanical load test of a joint

A mass M_1 shall be placed without dynamic loading on top of the enclosure at the joint on a square rigid piece with sides equal to the width of the BTU.

The mass M_1 shall be equal to:

- $m_1 + m_{L1}$ for normal loads
- $m_1 + m_{L1} + 90$ kg for heavy loads

where

- m_1 is the mass of those parts of the BTUs, including the joint, between the supports located at distance D_1
- m_{L1} is the maximum mass of the feeder and tap-off units specified by the original manufacturer to be connected to the length D_1 .

The duration of the test shall be at least 5 min.

10.2.101.3 Resistance of the enclosure to crushing

A straight BTU shall be subjected to a crushing force, successively at four or more points, including one point between adjacent insulators, if any.

The BTU shall be supported horizontally on a flat surface and the force shall be applied through a rigid plate equal to the width of the BTU and 120 mm long.

The crushing force shall at least be equal to 4 times the weight of 1 m length, for BTS stated for normal mechanical loads; a mass of 90 kg shall be added for BTS stated for heavy mechanical loads.

The duration of the test shall be at least 5 min per point.

10.2.101.4 Results to be obtained

During and after the tests according to 10.2.101.1 to 10.2.101.3, there shall be neither break, nor permanent deformation of the enclosure which would compromise the degree of protection, reduce the clearances and creepage distances to values lower than those specified in 8.3, or impair the correct insertion of incoming and outgoing units.

The protective circuit shall remain functional and the test samples shall withstand the dielectric test according to 10.9.2 of Part 1.

10.2.102 Thermal cycling test

10.2.102.1 General

Plug-in tap-off units shall be submitted to a thermal cycling test.

10.2.102.2 Test sample

If the same design of the plug assembly is used for a range of tap-off units of different rated currents or of different protective devices, a test on one combination of a BTU and a tap-off unit is considered to be representative of the range. The design of the plug assembly includes the physical characteristics and the material and surface finish (e.g. plating), if applicable.

A tap-off unit incorporating fuses shall be fitted with the maximum size of fuses specified by the original manufacturer. A tap-off unit incorporating a circuit-breaker shall be fitted with a circuit-breaker of the maximum rating specified by the original manufacturer.

The tap-off unit shall be arranged and loaded as in 10.10.2.3.6.

Prior to test, the sample is conditioned by a number of cycles of insertion and removal of the tap-off unit in the intended manner, without load current, as given in Table 105.

Table 105 – Conditioning for the thermal cycling test

Rated current A	Number of cycles of insertion and removal
$I_{nc} \leq 63$	25
$63 < I_{nc} \leq 200$	10
$200 < I_{nc}$	5

10.2.102.3 Test procedure

The current is applied until the temperatures have stabilised. The temperatures as specified for the temperature-rise test are recorded. Both currents are switched off and the sample is allowed to return to room temperature.

The sample is then subjected to 84 cycles consisting of

- 3 h ON at rated current and 3 h OFF, or
- 2 h ON at rated current and 2 h OFF, if the temperatures taken at the end of the initial 2 h ON period are within 5 K of the temperatures recorded at the end of the stabilisation run.

10.2.102.4 Results to be obtained

The temperatures taken after the 84th cycle shall not be more than 5 K higher than the temperatures recorded at the end of the stabilisation run.

10.3 Degree of protection of ASSEMBLIES

Replacement of the last but one paragraph:

When traces of water could raise doubts as to the correct functioning and safety of equipment, a dielectric test according to 10.9.2 of Part 1 shall be carried out.

10.5.3.1 General

Replacement:

The short-circuit withstand strength specified by the original manufacturer shall be verified by testing according to 10.5.3.5 or comparison with a tested reference design according to 10.5.3.3.

The original manufacturer shall determine the reference design(s) to be used in 10.5.3.3.

10.5.3.3 Verification by comparison with a reference design – Utilising a check list

Replacement:

Verification is achieved when comparison of the BTS to be verified with an already tested design meets all the following requirements:

- items 1 to 3, 5 to 6, and 8 to 10 of the check list in Table 13 of Part 1;
- the busbar supports of each circuit of the BTS to be assessed are of the same type, shape and material, and have the same or smaller spacing along the length of the busbar as the reference design; and insulation materials are of the same type, shape and thickness.

To ensure the same current carrying capacity for that portion of the fault current that flows through the exposed conductive parts, the design, number and arrangement of the parts that provide contact between the protective conductor and the exposed conductive parts, shall be the same as in the tested reference design.

10.5.3.4 Verification by comparison with a reference design – Utilising calculation

This subclause of Part 1 is not applicable.

10.10 Verification of temperature rise

Replacement of the entire subclause:

10.10.1 General

It shall be verified that the temperature-rise limits specified in 9.2 for the different parts of the BTS will not be exceeded.

Verification shall be made by:

- a) testing (10.10.2), and/or
- b) derivation of the rated current of similar variants (10.10.3).

10.10.2 Verification by testing

10.10.2.1 General

Verification by test shall comprise the following:

- a) if the BTS to be verified comprises a number of variants, selection of the most onerous one(s) according to 10.10.2.2;
- b) verification of the selected variant(s), according to 10.10.2.3.

10.10.2.2 Selection of the representative arrangements

10.10.2.2.1 General

The test shall be made on representative BTUs and tap-off units, respectively selected according to 10.10.2.2.2 and 10.10.2.2.3.

3-phase/3-wire BTUs and tap-off units shall respectively be considered as representative of 3-phase/4-wire, 3-phase/5-wire and single-phase/2-wire or single-phase/3-wire BTUs and tap-off units, provided that the neutral conductor is sized equal to or greater than the phase conductors and arranged in the same manner.

The selection is the responsibility of the original manufacturer.

The original manufacturer should take into consideration the other arrangements the rated currents of which are to be derived according to 10.10.3 from the tested arrangements.

10.10.2.2.2 Busbar trunking units

- a) Identification of similar BTUs

BTUs consisting of rectangular section(s) of conductor per pole can be considered as similar variants of a same design, even if they are intended for different rated currents, if they fulfil all the following conditions:

- same arrangement of bars,
- same conductor spacing,

- same enclosure.

b) Selection of a representative BTU

A representative variant out of the similar variants shall fulfil all the following requirements:

- the lowest specific conductance,
- the greatest height, and thickness and cross-sectional area of the conductor,
- the least favourable ventilation (size of openings, natural or active cooling...).

Where all requirements cannot be met with a single BTU, further testing shall be carried out.

10.10.2.2.3 Tap-off units

a) Identification of similar tap-off units

Tap-off units can be considered as similar variants of a same design, even if they are intended for different rated currents, if they fulfil all the following conditions:

- 1) the function of the main circuit is the same (e.g. cable feeder, motor starter);
- 2) the devices are of the same frame size and belong to the same series;
- 3) the mounting structure and enclosure of the tap-off unit are of the same type;
- 4) the mutual arrangement of the device(s) is the same;
- 5) the type and arrangement of conductors, including the type of connection and conductor material between tap-off unit and BTU are the same;
- 6) the cross-section of the main circuit conductors has a rating at least equal to that of the lowest rated device in series in the main circuit. Selection of conductors shall be as tested or in accordance with IEC 60364-5-52. Examples on how to adapt this standard for conditions inside a tap-off unit are given in Annex H of Part 1. The cross-section of bars shall be as tested or as given in Annex N of Part 1.

b) Selection of a representative tap-off unit

The maximum possible current rating for each variant of tap-off unit is established. For tap-off units containing only one device, this is the rated current of the device. For tap-off units with several devices in series in the main circuit, it is that of the device with the lowest rated current.

For each tap-off unit the power loss is calculated at the maximum possible current using the data peculiar to each device (including devices in auxiliary circuits) together with the power losses of the associated conductors in main circuits.

A representative variant out of the similar variants shall fulfil all the following requirements:

- the lowest specific conductance of main circuit conductors,
- the highest total power loss,
- the most onerous enclosure (overall dimensions, partitions and ventilation).

Where all requirements cannot be met with a single tap-off unit, further testing shall be carried out.

The original manufacturer should determine whether additional testing, in the other orientation than the reference orientation, is necessary.

10.10.2.3 Methods of test

10.10.2.3.1 General

The temperature-rise test on the individual circuits shall be made at their rated frequency.

To produce the desired current any convenient value of the test voltage may be used.

The test currents shall be adjusted to be substantially equal in all phase conductors. Any unintentional circulation of air into the BT run under test shall be prevented (for example, by closing the ends of the enclosure).

If the tap-off unit includes fuses, these shall be fitted for the test with fuse-links as specified by the original manufacturer. The power losses of the fuse-links used for the test shall be stated in the test report. Fuse-link power loss may be determined by measurement or alternatively as declared by the fuse-link manufacturer.

In tap-off units where additional control circuits or devices can be incorporated, heating resistors shall simulate the power dissipation of these additional items.

When a control electro-magnet is energized during the test, the temperature shall be measured when thermal equilibrium is reached in both the main circuit and the control electro-magnet.

The size and disposition of external conductors used for the test shall be stated in the test report.

The test shall be made for a time sufficient for the temperature rise to reach a constant value. In practice, this condition is reached when the variation at all measured points (including the ambient air temperature) does not exceed 1 K/h.

To shorten the test, if the devices allow it, the current may be increased during the first part of the test, it being reduced to the specified test current afterwards.

10.10.2.3.2 Test conductors

Subclause 10.10.2.3.2 of Part 1 applies.

10.10.2.3.3 Measurement of temperatures

Thermocouples or thermometers shall be used for temperature measurements. For windings, the method of measuring the temperature by resistance variation shall generally be used.

The thermometers or thermocouples shall be protected against air currents and heat radiation.

The temperature shall be measured and recorded at all points given in 9.2. Particular attention shall be given to joints in conductors and terminals within the main circuits. Specific points are specified in 10.10.2.3.5 and 10.10.2.3.6.

For measurement of the temperature of air inside a BTS, where applicable, several measuring devices shall be arranged in convenient places.

10.10.2.3.4 Ambient air temperature

The thermometers or thermocouples shall be protected against air currents and heat radiation.

The ambient temperature during the test shall be between +10 °C and +40 °C.

The ambient temperature is the average value of all measurement points of ambient air temperature.

Specific points are given in 10.10.2.3.5 and 10.10.2.3.6.

10.10.2.3.5 Test of a BT run

A feeder unit and one or more representative straight lengths (see 10.10.2.2.2) shall be joined together, with all their covers in place, forming a BT run including at least two joints for a total length of at least 6 m.

BTS accessories (for example, elbows, flexible BTUs, etc.) may be incorporated in the most appropriate position along the BT run and tested by the same procedure.

This representative arrangement shall be mounted in its reference mounting conditions and tested at its rated current I_{nc} .

The temperature of conductors shall be measured in the middle of the BT run length, and at each joint. The temperature of the corresponding parts of the enclosure shall be measured on all free sides.

a) Horizontal orientation

The BT run shall be supported horizontally at approximately 1 m from the floor.

The ambient air temperature shall be measured in the immediate vicinity of the centre of the BT run, at the same level and at a distance of approximately 1 m from both of the longitudinal sides of the enclosure.

b) Vertical orientation

The BT run shall be arranged vertically, i.e. with at least 4 m in the vertical position and fixed to a rigid structure in accordance with the original manufacturer's instructions.

The ambient air temperature shall be measured at 1,5 m down from top end of test arrangement at a distance of approximately 1 m from each of the longitudinal sides of the enclosure.

10.10.2.3.6 Test of a tap-off unit

The tap-off unit shall be fitted in the reference mounting conditions to a BT run having a rated current of not less than twice the rated current of the tap-off unit (or the nearest available).

The tap-off unit shall carry its rated current and the BT run shall carry its own rated current up to the tap-off position.

The temperature rises of joints in conductors and terminals of devices in the main circuit, and of the corresponding parts of all free sides of the enclosure of the tap-off unit shall be measured, as well as the temperature rise of conductors and corresponding parts of enclosure of the BTU where the tap-off unit is connected.

a) Horizontal orientation

The BT run shall be arranged according to 10.10.2.3.5 item a).

The tap-off unit shall be positioned as centrally as possible onto the BT run.

The ambient air temperature shall be measured in the immediate vicinity of the centre of the tap-off unit under test, at the same level and at a distance of approximately 1 m from both of the longitudinal sides of the enclosure of the tap-off unit.

b) Vertical orientation

The BT run shall be arranged according to 10.10.2.3.5 item b).

The tap-off unit shall be positioned in such a way that its centre is at a level approximately 1,5 m down from top end of BT run.

The ambient temperature shall be measured at a level of the centre of tap-off unit under test at a distance of approximately 1 m from each of the longitudinal sides of the enclosure.

10.10.2.3.7 Test of a tap-off unit with several outgoing circuits

If all outgoing circuits of the tap-off unit can simultaneously and continuously be loaded with their rated current (RDF = 1), then 10.10.2.3.6 applies, with all outgoing circuits loaded to their rated current.

If the rated diversity factor is lower than 1, then the tap-off unit shall be tested in two steps:

- a) each type of outgoing circuit shall be tested individually, at its rated current, according to 10.10.2.3.6.
- b) the complete tap-off unit shall be loaded to its rated current and each outgoing circuit to its rated current multiplied by the rated diversity factor. If the rated current of the tap-off unit is less than the sum of the test currents of all outgoing circuits (i.e. the rated currents multiplied by the diversity factor), then the outgoing circuits shall be split into groups corresponding to the rated current of the tap-off unit. The groups shall be formed in a manner so that the highest possible temperature rise is obtained. Sufficient groups shall be formed and tests undertaken so as to include all different variants of outgoing circuits in at least one group

10.10.2.3.8 Results to be obtained

At the end of the test, the temperature rise shall not exceed the values specified in Table 6 of Part 1. The apparatus shall operate satisfactorily within the voltage limits specified for them at the temperature inside the BTS.

10.10.3 Derivation of the rated current of the variants

10.10.3.1 General

The following subclauses define how the rated current of variants can be verified by derivation from similar arrangements verified by test.

Temperature-rise tests carried out at 50 Hz are applicable to 60 Hz for rated currents up to and including 800 A. In the absence of tests at 60 Hz for currents above 800 A, the rated current at 60 Hz shall be reduced to 95 % of that at 50 Hz. Alternatively, where the maximum temperature rise at 50 Hz does not exceed 90 % of the permissible value, then de-rating for 60 Hz is not required.

Temperature-rise tests carried out at particular frequencies are applicable at the same rated current to lower frequencies, including d.c.

10.10.3.2 Busbar trunking units

The rated current of similar variants of a tested BTU (see 10.10.2.2.2) shall be calculated using the following derating formula:

$$I_{n2} = I_{n1} \frac{S_2}{S_1}$$

where

I_{n2} is the rated current to be calculated;

I_{n1} is the rated current of the tested BTU;

S_2 is the cross-sectional area of the conductors of the variant BTU;

S_1 is the cross-sectional area of the conductors of a tested BTU.

10.10.3.3 Tap-off units

The rated current of similar variants of a tested tap-off unit (see 10.10.2.2.3) shall be calculated using the following derating formula:

$$I_{ntou2} = I_{max2} \frac{I_{ntou1}}{I_{max1}}$$

where

I_{ntou2} is the rated current to be calculated;

I_{ntou1} is the rated current of the tested tap-off unit;

I_{max2} is the maximum possible current of the variant tap-off unit;

I_{max1} is the maximum possible current of the tested tap-off unit.

10.11.1 General

Replacement:

The short-circuit withstand strength rating shall be verified except where exempt according to 10.11.2 of Part 1. Verification may be by test according to 10.11.5 of Part 1 or comparison with a reference design according to 10.11.3.

The test shall be made on representative BT runs arranged in a representative structure, and on representative tap-off units, selected according to 10.11.5.1.

The selection is the responsibility of the original manufacturer.

The original manufacturer should take into consideration the other arrangements, the short-circuit current ratings of which are to be derived according to 10.11.3 from the tested arrangements.

10.11.3 Verification by comparison with a reference design – Utilising a check list

Replacement:

Verification is achieved when comparison of the BTS to be verified with an already tested design meets all the following requirements:

- a) items 1 to 3, and 5 to 10 of the check list in Table 13 of Part 1;
- b) the busbar supports of each circuit of the BTS to be assessed are of the same type, shape and material and have the same or smaller spacing, along the length of the busbar, as the reference design, and insulation materials are of the same type, shape and thickness.

Should any requirements in the check list not be met, verification shall be made by test according to 10.11.5 of Part 1.

10.11.4 Verification by comparison with a reference design – Utilising calculation

This subclause of Part 1 is not applicable.

10.11.5.1 Test arrangements

Replacement:

The BTS or its parts as necessary to complete the test shall be mounted as in normal use.

10.11.5.3.2 Outgoing circuits

Addition at the beginning of the subclause:

The tap-off unit shall be fitted to a BTU, arranged as in 10.11.5.3.3, as near as practicable to the incoming end.

10.11.5.3.3 Incoming circuit and main busbars

Replacement:

The test shall be carried out on a BTS comprising at least one feeder BTU connected to the appropriate number of straight length BTUs to obtain a length of not more than 6 m including at least one joint. For the verification of rated short-time withstand current (see 5.3.5 of Part 1) and rated peak withstand current (see 5.3.4 of Part 1), a greater length may be used provided the peak value and the r.m.s. value of the a.c. component of the test current are respectively at least equal to the rated peak withstand current and to the rated short-time withstand current (see 10.11.5.4 b) of Part 1).

BTUs not included in the above test shall be assembled as in normal use and tested separately.

10.11.5.5 Results to be obtained

Addition, after the fifth paragraph:

Damage is acceptable for tap-off unit contacts (e.g.: trolley brushes) intended to be periodically replaced according to the manufacturer's instructions.

10.11.5.6.2 Results to be obtained

Replacement:

The continuity and short-circuit withstand strength of the protective circuit, whether it consists of a separate conductor or the enclosure, shall not be significantly impaired.

In the case of a tap-off unit, this may be verified by measurements with a current of the order of the rated current of the tap-off unit.

In the case of a BTU, following the test and after sufficient time for the bar to cool to ambient temperature, the fault-loop resistance phase to PE $R_{b20phPEN}$ or $R_{b20phPE}$ should not be increased by more than 10 % (see 5.101).

Where the enclosure is used as the protective conductor, sparks and localised heating at joints are permitted, provided that they do not impair the electrical continuity and provided adjacent flammable parts are not ignited.

Deformation of the enclosure or of the internal partitions, barriers and obstacles due to short-circuit is permissible to the extent that the degree of protection is not apparently impaired and the clearances or creepage distances are not reduced to values which are less than those specified in 8.3 of Part 1.

10.13 Mechanical operation

This subclause of Part 1 is applicable except as follows.

Modification of the second paragraph:

The number of operating cycles shall be 50.

Addition after the last paragraph:

For trolley-type tap-off units, the speed of the trolley carrying the sliding contacts and the distance through which it moves shall be determined in accordance with the operating conditions for which it is designed. If the trolley is intended to support a tool or other mechanical load, an equivalent weight shall be suspended from it during the test. After completion of the test, there shall be no mechanical or electrical defect, whether by undue pitting, burning or welding of the contacts.

Additional subclauses:

10.101 Resistance to flame-propagation

The test is suitable for all types or sizes of BTU to characterize the resistance to flame-propagation of the BTS in mounting and grouping conditions met in practice. The test shall be performed according to IEC 60332-3-10, with a flame application time of 40 min.

The test is made on a straight length BT run with at least a length of 3 m and a joint.

Three straight BT runs of the same type shall be placed vertically at regular intervals on a vertical ladder into a fire test rig; every BT run shall present a different side to the burner flame impact.

In case of large-width BT runs, the number of straight length units under test may be reduced, but in this case the test shall be repeated to carry out the three types of test concerning the orientation of the sides of the enclosure.

For BTUs with tap-off facilities, one tap-off outlet side shall be fitted as in normal use (for example, with cover), oriented to the burner, and located in the immediate vicinity of the burner flame's impact.

After burning has ceased, the BT run enclosures should be wiped clean. All soot is ignored if, when wiped off, the original surface is undamaged. Softening or any deformation of the non-metallic material is also ignored. The maximum extent of the damage is measured in metres, to one decimal place, from the bottom edge of the burner to the onset of char.

The system is deemed having passed the test if

- it does not ignite;
NOTE Ignition of small components, which does not affect the integrity of the BT run, is ignored.
- the charred portion (external or internal) of the BT runs has not reached a height exceeding 2,5 m above the bottom edge of the burner.

10.102 Fire resistance in building penetrations

The test is suitable for fire barrier BTU designed to prevent the spread of fire through building penetration. The test shall be performed according to ISO 834-1 for fire resistance times of 60 min, 90 min, 120 min, 180 min or 240 min.

The test shall be made on a representative straight length BTU samples. The sample, including any additional parts, shall be mounted on a test floor and the void around the sample shall be filled with a fire seal.

The test floor shall be made of concrete; its thickness shall be in accordance with the required fire resistance time. The fire seal shall be in accordance with the fire safety building requirements.

The whole arrangement shall be mounted according to building practice and shall meet any original manufacturer's instructions.

A set of thermocouples shall be located on the unexposed side of the sample to record the surface temperatures of the fire barrier BTU enclosure.

The various dimensions according to Figure 103 shall be recorded in the test report.

The criteria of performance are as given in ISO 834-1.

The test with a test floor is valid for penetration through walls.

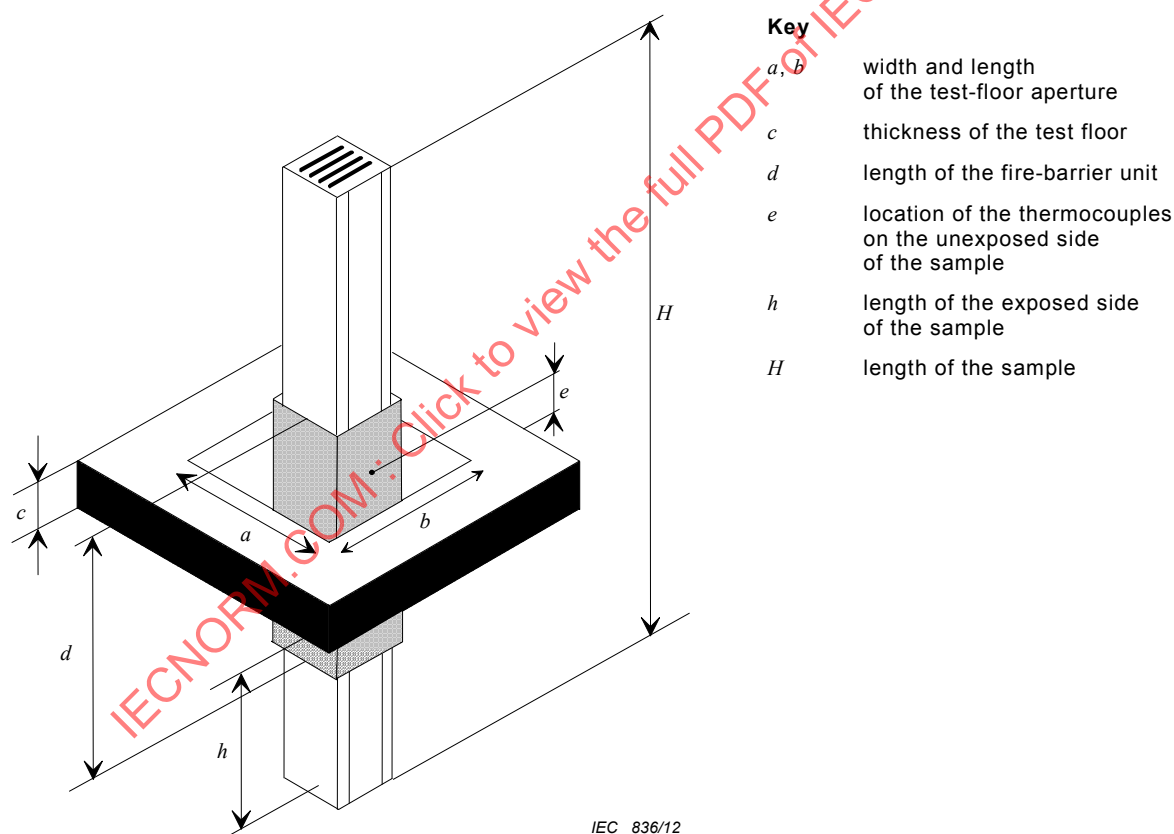


Figure 103 – Test arrangement for verification of a fire-barrier BTU

11 Routine verifications

This clause of Part 1 is applicable except as follows.

11.1 General

Replacement of the second sentence of the first paragraph:

It is made on each unit of a BTS.

Annexes

The annexes of Part 1 are applicable except as follows:

Replacement of Annex C.

Replacement of Annex D.

Annexes E, O, P are not applicable.

Addition of Annexes AA to EE.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61439-6:2012

Annex C (informative)

Specification schedule

Table C.1 – User specification schedule

Characteristics	Reference subclause	Default arrangement	Options	Req.
Electrical system				
Earthing system	5.6, 8.4.3.1, 8.4.3.2.3, 8.6.2, 10.5, 11.4	Manufacturer's standard, selected to suit local requirements	TT / TN-C / TN-C-S / IT / TN-S	
Nominal voltage U_n (V)	3.8.9.1, 5.2.1, 8.5.3	Local, according to installation conditions	$\leq 1\,000$ V a.c. or 1 500 V d.c.	
Transient overvoltages	5.2.4, 8.5.3, 9.1, Annex G	Determined by the electrical system	Overvoltage category III / IV	
Temporary overvoltages	9.1	Nominal system voltage + 1 200 V	None	
Rated frequency f_n (Hz)	3.8.12, 5.5, 8.5.3, 10.10.2.3, 10.11.5.4	According to local installation conditions	d.c. / 50 Hz / 60 Hz	
Additional on site testing requirements: wiring, and electrical working	11.10	Manufacturer's standard, according to application	None	
Short circuit withstand capability				
Prospective short-circuit current at supply terminals I_{cp} (kA)	3.8.7	Determined by the electrical system	None	
Prospective short-circuit current in the neutral	10.11.5.3.5	Max. 60 % of phase values	None	
Prospective short-circuit current in the protective circuit	10.11.5.6	Max. 60 % of phase values	None	
SCPD in the incoming functional unit	9.3.2	According to local installation conditions	Yes / No	
Co-ordination of short-circuit protective devices including external short-circuit protective device details	9.3.4	According to local installation conditions	None	
Data associated with loads likely to contribute to the short-circuit current	9.3.2	No loads likely to make a significant contribution	None	
Fault loop characteristics	5.101, Annex CC, Annex DD	Manufacturer's standard	None	

Characteristics	Reference subclause	Default arrangement	Options	Req.
Protection of persons against electric shock in accordance with IEC 60364-4-41				
Type of protection against electric shock – Basic protection (protection against direct contact)	8.4.2	Basic protection	According to local installation regulations	
Type of protection against electric shock – Fault protection (protection against indirect contact)	8.4.3	According to local installation conditions	Automatic disconnection of supply / Elec. separation / Total insulation	
Installation environment				
Location type	3.5, 8.1.4, 8.2	Manufacturer's standard, according to application	Indoor / outdoor	
Protection against ingress of solid foreign bodies and ingress of water	8.2.2, 8.2.3	Indoor (enclosed): IP 2X Outdoor: IP 23	After removal of tap-off units: as for connected position / reduced protection	
External mechanical impact (IK)	8.2.1, 10.2.6	None	None	
Mechanical loads	5.6, 8.1.101, 10.2.101	Normal	Normal / heavy	
Resistance to UV radiation (applies for outdoor BTS only unless otherwise specified)	10.2.4	Indoor / outdoor	Indoor / outdoor	
Resistance to corrosion	10.2.2	Indoor / outdoor	Indoor / outdoor	
Ambient air temperature – Lower limit	7.1.1	Indoor: –5 °C Outdoor: –25 °C	None	
Ambient air temperature – Upper limit	7.1.1	40 °C	None	
Ambient air temperature – Daily average maximum	7.1.1, 9.2	35 °C	None	
Maximum relative humidity	7.1.2	Indoor: 50 % at 40 °C Outdoor: 100 % at 25 °C	None	
Pollution degree (of the installation environment)	7.1.3	Industrial: 3	1, 2, 3, 4	
Altitude	7.1.4	≤ 2 000 m	None	
EMC environment	9.4, 10.12, Annex J	A / B	A / B	
Electromagnetic field	5.102	Manufacturer's standard	None	
Resistance to flame propagation	5.6, 9.101, 10.101	No	Yes / No	
Fire resistance in building penetration	5.6, 9.102, 10.102	0 min	0 / 60 / 90 / 120 / 180 / 240 min	
Special service conditions (e.g. exceptional condensation, heavy pollution, corrosive environment, fungus, small creatures, strong electric or magnetic fields, installation near highly sensitive IT equipment, explosion hazards, defined performances under fire conditions, heavy vibration and shocks, earthquakes, special mechanical loads, high repetitive overcurrent)	7.2, 8.5.4, 9.3.3 Table 7	No special service conditions	None	

Characteristics	Reference subclause	Default arrangement	Options	Req.
Installation method				
Type	3.3, 5.6	Manufacturer's standard	Horizontal / Vert. edgewise / flatwise	
Maximum overall dimensions and weight	5.6, 6.2.1	Manufacturer's standard, according to application	None	
External conductor type(s)	8.8	Manufacturer's standard	Cable / BTS	
Direction(s) of external conductors	8.8	Manufacturer's standard	None	
External conductor material	8.8	Copper	Cu / Al	
External phase conductor, cross sections, and terminations	8.8	As defined within the standard	None	
External PE, N, PEN conductors cross sections, and terminations	8.8	As defined within the standard	None	
Special terminal identification requirements	8.8	Manufacturer's standard	None	
Storage and handling				
Maximum dimensions and weight of transport units	6.2.2, 10.2.5	Manufacturer's standard	None	
Methods of transport (e.g. forklift, crane)	6.2.2, 8.1.6	Manufacturer's standard	None	
Environmental conditions different from the service conditions	7.3	As service conditions	None	
Packing details	6.2.2	Manufacturer's standard	None	
Operating arrangements				
Isolation of external outgoing circuits	8.5.2	Manufacturer's standard	None	
Maintenance and upgrade capabilities				
Accessibility in service by ordinary persons; requirement to operate devices or change components while the BTS is energised	8.4.6.1	Basic protection	None	
Accessibility for inspection and similar operations	8.4.6.2.2	No requirements for accessibility	None	
Accessibility for maintenance in service by authorized persons	8.4.6.2.3	No requirements for accessibility	None	
Accessibility for extension in service by authorized persons	8.4.6.2.4	No requirements for accessibility	None	
Method of functional units connection	8.5.1, 8.5.2	Manufacturer's standard	Fixed / disconnectable	
Protection against direct contact with hazardous live internal parts during maintenance or upgrade (e.g. functional units, main busbars, distribution busbars)	8.4	No requirements	None	

Characteristics	Reference subclause	Default arrangement	Options	Req.
Current carrying capability				
Rated current of the BTS I_{nA} (A)	3.8.9.1, 5.3, 8.4.3.2.3, 8.5.3, 8.8, 10.10.2, 10.10.3, 10.11.5	Manufacturer's standard, according to application	None	
Significant harmonic currents	5.3.1, 5.3.2	Manufacturer's standard, according to application	None	
Phase conductors characteristics / voltage drop	5.101, Annex BB	Manufacturer's standard	None	
Rated current of circuits I_{nC} (A)	5.3.2	Manufacturer's standard, according to application	None	
Rated diversity factor	5.4, 10.10.2.3	For BTS and tap-off units with single outgoing circuits: 1 For tap-off units with multiple outgoing circuits: see Table 101	None	
Ratio of cross section of the neutral conductor to phase conductors up to and including 16 mm ²	8.6.1	100 %	None	
Ratio of cross section of the neutral conductor to phase conductors above 16 mm ²	8.6.1	50 % (min. 16 mm ²)	None	

Annex D (informative)

Design verification

Table D.1 – Design verifications

No.	Characteristic to be verified	Subclauses	Verification options available		
			Testing	Comparison with a reference design	Assessment
1	Strength of material and parts:				
	Resistance to corrosion	10.2.2	YES	NO	NO
	Properties of insulating materials:				
	Thermal stability	10.2.3.1	YES	NO	NO
	Resistance to abnormal heat and fire due to internal electric effects	10.2.3.2	YES	NO	YES
	Resistance to ultra-violet (UV) radiation	10.2.4	YES	NO	YES
	Lifting	10.2.5	YES	NO	NO
	Mechanical impact	10.2.6	YES	NO	NO
	Marking	10.2.7	YES	NO	NO
	Ability to withstand mechanical loads	10.2.101	YES	NO	NO
	Thermal cycling test	10.2.102	YES	NO	NO
2	Degree of protection of enclosures	10.3	YES	NO	YES
3	Clearances	10.4	YES	NO	NO
4	Creepage distances	10.4	YES	NO	NO
5	Protection against electric shock and integrity of protective circuits:				
	Effective continuity between the exposed conductive parts of the BTS and the protective circuit	10.5.2	YES	NO	NO
	Short-circuit withstand strength of the protective circuit	10.5.3	YES	YES	NO
6	Incorporation of switching devices and components	10.6	NO	NO	YES
7	Internal electrical circuits and connections	10.7	NO	NO	YES
8	Terminals for external conductors	10.8	NO	NO	YES
9	Dielectric properties:				
	Power-frequency withstand voltage	10.9.2	YES	NO	NO
	Impulse withstand voltage	10.9.3	YES	NO	YES
10	Temperature-rise limits	10.10	YES	YES	NO
11	Short-circuit withstand strength	10.11	YES	YES	NO
12	Electromagnetic compatibility (EMC)	10.12	YES	NO	YES
13	Mechanical operation	10.13	YES	NO	NO
14	Resistance to flame propagation	10.101	YES	NO	NO
15	Fire resistance in building penetration	10.102	YES	NO	NO

Annex AA (informative)

Voltage drop of the system

The voltage drop of the BTS can be calculated using the following formulae:

$$u = k \sqrt{3} (R \cos \varphi + X \sin \varphi) I_B L$$

where

- u is the composite voltage drop of the system, expressed in volts (V);
- R and X are the mean resistance and reactance according to 5.101, expressed in ohms per metre (Ω/m);
- I_B is the current of the circuit being considered, expressed in amperes (A);
- L is the length of the system being considered, expressed in metres (m);
- $\cos \varphi$ is the load power factor being considered;
- k is the load distribution factor, calculated as follows:
 - to calculate the voltage drop at the end of a BT run, k is equal to:
 - 1 if the load is concentrated at the end of the BT run;
 - $\frac{n+1}{2n}$ if the load is uniformly spread between n branches.
 - to calculate the voltage drop at the origin of a branch situated at a distance d from the origin of the BT run, k is equal to $(2n+1-n d/L)/2n$ for loads spread uniformly along the BT run.

A pre-calculated voltage drop table may be provided by the original manufacturer, in volts per ampere and per metre length, for different power factors in order to facilitate basic calculations.

Annex BB (informative)

Phase conductor characteristics

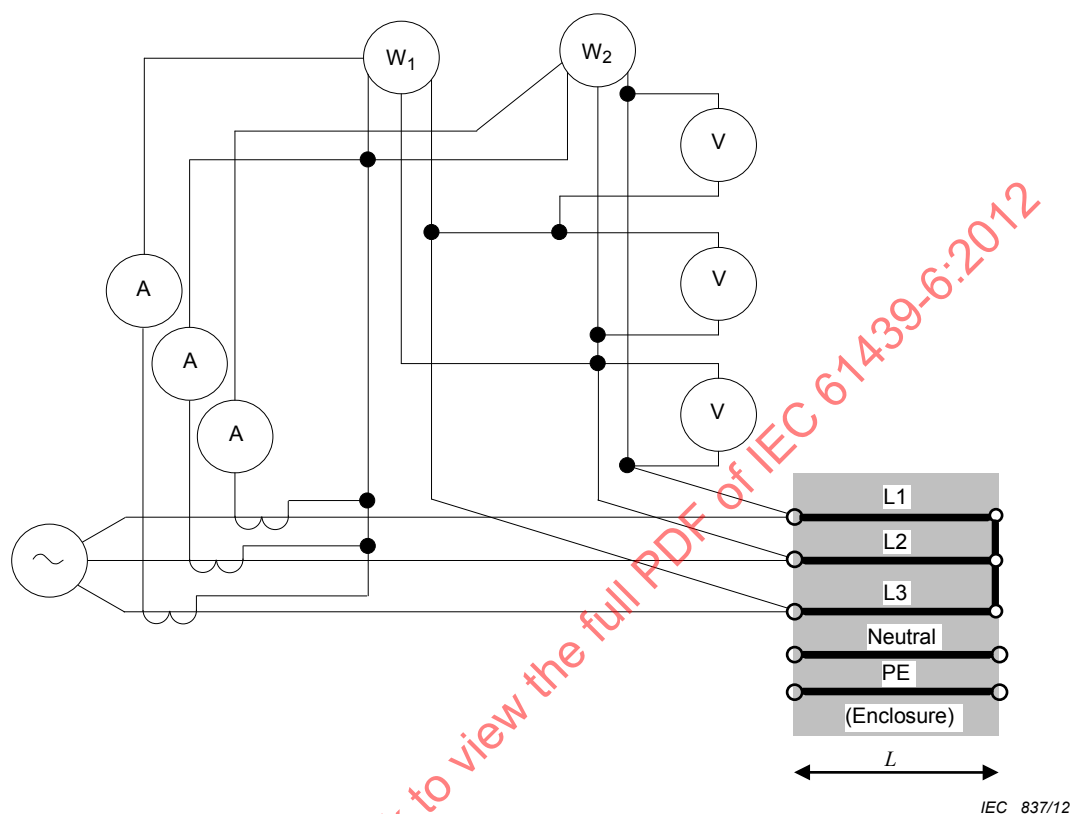


Figure BB.1 – Phase conductors characteristics determination

Short-circuit all phase conductors at the output end of the test sample (star-point).

Record the measurements during the temperature-rise test or use the same arrangement and conditions (see 10.10.2), including phase currents as near as possible to the rated current.

Take the following measurements, according to Figure BB.1:

L	length of the BT run, from the voltmeter leads connected at the input end to the point where the phase conductors are connected together at the output end, expressed in metres (m);
θ	ambient air temperature, expressed in °C;
$\Delta\theta$	mean stabilized temperature rise of the phase conductors, expressed in °C;
V_{12}, V_{23}, V_{31}	r.m.s. phase-to-phase voltage drops, expressed in volts (V);
I_1, I_2, I_3	r.m.s. currents, expressed in amperes (A);
P	total active power determined through wattmeters W_1 and W_2 , expressed in watts (W).

NOTE 1 The total active power can also be determined through three wattmeters.

Calculate the mean r.m.s. current and phase-to-phase voltage drop, as follows:

$$V = \frac{(V_{12} + V_{23} + V_{31})}{3}$$

$$I = \frac{(I_1 + I_2 + I_3)}{3}$$

Calculate the mean per metre-length impedance Z_θ and resistance R_θ , at the ambient air temperature θ , and reactance X , independent from the temperature, of each phase conductor, as follows:

$$Z_\theta = \frac{V}{\sqrt{3}IL}$$

$$R_\theta = \frac{P}{3I^2L}$$

$$X = (Z_\theta^2 - R_\theta^2)^{1/2}$$

NOTE 2 One can also measure the r.m.s. phase-to-star-point voltage drop V_x and power P_x in each individual phase, calculate each impedance $Z_{\theta x} = V_x / (I_x L)$, each resistance $R_{\theta x} = P_x / (I_x^2 L)$ and each reactance $X_x = (Z_{\theta x}^2 - R_{\theta x}^2)^{1/2}$, and finally calculate their mean values.

NOTE 3 Instead of the power, one can also measure the r.m.s. phase-to-star-point voltage drop V_x and the displacement φ_x between voltage and current for each phase, calculate each impedance $Z_{\theta x} = V_x / (I_x L)$, each resistance $R_{\theta x} = Z_{\theta x} \cos \varphi_x / L$, each reactance $X_x = Z_{\theta x} \sin \varphi_x / L$, and finally calculate their mean values.

Calculate R_{20} and $Z_{(1)20}$ (when the BTS is not operating and the conductors are at the temperature of +20 °C), and R and $Z_{(1)}$ (when the BTS is operating at I_{nC} at the ambient air temperature of +35 °C), as follows:

$$R_{20} = \frac{R_\theta}{1 + 0,004 (\theta + \Delta\theta - 20)}$$

$$R = R_{20} [1 + 0,004 (35 + \Delta\theta - 20)] = R_\theta \frac{1 + 0,004 (35 + \Delta\theta - 20)}{1 + 0,004 (\theta + \Delta\theta - 20)}$$

$$Z_{(1)20} = Z_{(2)20} = Z_{20} = (R_{20}^2 + X^2)^{1/2}$$

$$Z_{(1)} = Z_{(2)} = Z = (R^2 + X^2)^{1/2}$$

NOTE 4 $Z_{(1)}$, $Z_{(1)20}$, $Z_{(2)}$ and $Z_{(2)20}$ are the positive and negative phase-sequence impedances of the BTS.

Annex CC (informative)

Fault-loop zero-sequence impedances

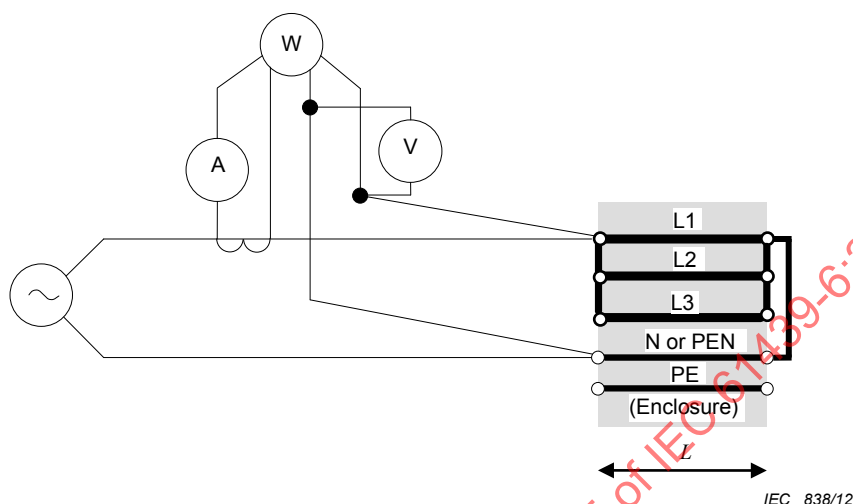


Figure CC.1 – Fault loop zero-sequence impedances determination

Successively connect the paralleled phase conductors of the test sample to the N, PE and PEN conductor.

Use the same arrangement as for the BT run temperature rise test (see 10.10.2) except that the phase current may be less than the rated current I_{nc} and/or only applied for the duration necessary to record the measurements listed below.

Where the enclosure is intended to be used as a part of the protective conductor, bond it to the PE/PEN as in normal use, in accordance with the original manufacturer's instructions. Where the enclosure is intended to be used as the only protective conductor and there is no separate PE/PEN conductor, make the measurement between the phase conductors and the PE terminal of the enclosure.

NOTE 1 Resistances, reactances and impedances under fault conditions can significantly differ from those at rated current, especially when the enclosure is used as the protective conductor or as a part of it. In this case the original manufacturer should determine a value and duration of the current representative of the fault conditions, while preventing excessive temperature rise.

Take the following measurements:

L length of the BT run, from the voltmeter leads connected at the input end where the phase conductors are connected together, to the output end where the phase conductors are also connected together, expressed in metres (m);

θ , ambient air temperature, expressed in °C;

NOTE 2 The initial conductor temperature is equal to the ambient air temperature, and the temperature rise is deemed to be negligible for the time of the measurements.

V_x r.m.s. voltage drop of the fault loop, expressed in volts (V);

I_x total r.m.s. current, expressed in amperes (A);

P_x active power, expressed in watts (W);

where x depends on the type of fault-loop (see Figure CC.1):

- phase-to-neutral;
- phase-to-PEN;
- phase-to-PE.

NOTE 3 Instead of P_x , one can also measure the displacements φ_x between voltage and current and calculate $P_x = V_x I_x \cos \varphi_x$.

Calculate the corresponding per metre-length fault-loop zero-sequence impedances $Z_{(0)b\theta x}$, and resistances $R_{(0)b\theta x}$, at the ambient air temperature θ , and the reactances $X_{(0)bx}$, independent from the temperature, as follows:

$Z_{(0)b\theta x} = \frac{V_x}{(I_x / 3) L} = 3 \frac{V_x}{I_x L}$
$R_{(0)b\theta x} = \frac{P_x / 3}{(I_x / 3)^2 L} = 3 \frac{P_x}{I_x^2 L}$
$X_{(0)bx} = (Z_{(0)\theta x}^2 - R_{(0)\theta x}^2)^{1/2}$

Calculate $R_{(0)b20x}$ and $Z_{(0)b20x}$ (for the BTS not operating at the conductor temperature of 20 °C) and $R_{(0)bx}$ and $Z_{(0)bx}$ (for the BTS operating at I_{nC} at the ambient air temperature of 35 °C) as follows:

$R_{(0)b20x} = \frac{R_{(0)b\theta x}}{1 + 0,004 (\theta - 20)}$
$R_{(0)bx} = R_{(0)b20x} [1 + 0,004 (35 + \Delta\theta - 20)] = R_{(0)b\theta x} \frac{1 + 0,004 (35 + \Delta\theta - 20)}{1 + 0,004 (\theta - 20)}$

where $\Delta\theta$ is the mean stabilized temperature rise of the phase conductors as measured in Annex BB or during the temperature rise test.

$Z_{(0)b20x} = (R_{(0)b20x}^2 + X_{(0)bx}^2)^{1/2}$
$Z_{(0)bx} = (R_{(0)bx}^2 + X_{(0)bx}^2)^{1/2}$

Annex DD (informative)

Fault-loop resistances and reactances

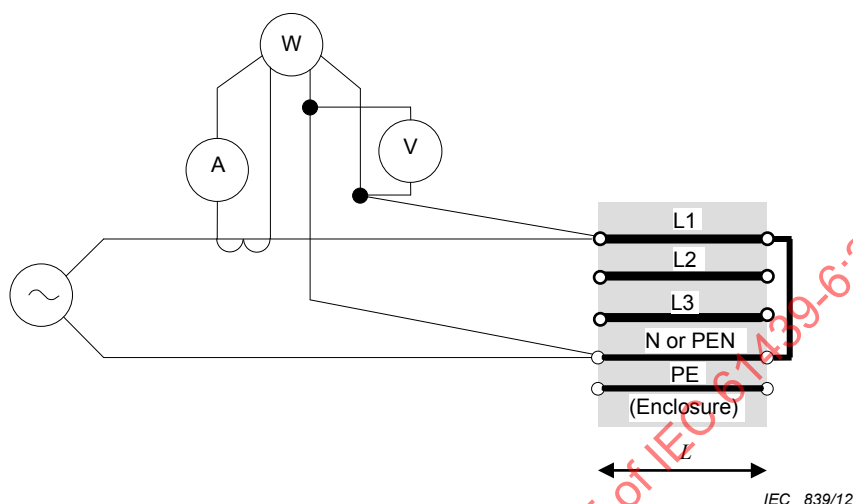


Figure DD.1 – Fault loop resistances and reactances determination

Successively connect each of the phase conductors to each of the other conductors.

Use the same arrangement as for the BT run temperature rise test (see 10.10.2) except that the current may be less than I_{nc} and I or only applied for the duration necessary to record the measurements listed below.

Where the enclosure is intended to be used as a part of the protective conductor, bond it to the PE/PEN as in normal use, in accordance with the original manufacturer's instructions. Where the enclosure is intended to be used as the only protective conductor and there is no separate PE/PEN conductor, make the measurement between the phase conductors and the PE terminal of the enclosure.

NOTE 1 Resistances, reactances and impedances under fault conditions can significantly differ from those at rated current, especially when a metallic enclosure is used as the protective conductor or as a part of it. In this case the original manufacturer determines a value and duration of the current representative of the fault conditions, while preventing excessive temperature rise.

Take the following measurements:

L length of the BT run, from the voltmeter leads connected at the input end to the point where each of the phase conductors is successively connected to each of the other conductors (phase, N, PEN, PE) at the output end, expressed in metres (m);

θ ambient air temperature, expressed in °C;

NOTE 2 The initial conductor temperature is equal to the ambient air temperature, and the temperature rise is deemed to be negligible for the time of the measurements.

V_{xx} r.m.s. voltage drop of the fault loop, expressed in volts (V);

I_{xx} r.m.s. current, expressed in amperes (A);

P_{xx} active power, expressed in watts (W);

where $_{xx}$ depends on the type of fault-loop coupling (see Figure DD.1):

- phase-to-phase: (ph_1 to ph_2 , ph_2 to ph_3 , ph_3 to ph_1);
- phase-to-neutral: (ph_1 to N, ph_2 to N, ph_3 to N);
- phase-to-PEN: (ph_1 to PEN, ph_2 to PEN, ph_3 to PEN);
- phase-to-PE: (ph_1 to PE, ph_2 to PE, ph_3 to PE).

NOTE 3 Instead of P_{xx} , one can also measure the displacements φ_{xx} between voltage and current and calculate $P_{xx} = V_{xx} I_{xx} \cos \varphi_{xx}$.

Calculate the corresponding per metre-length fault-loop impedances $Z_{b\theta xx}$ and resistances $R_{b\theta xx}$, at the ambient air temperature θ , and the reactances X_{bxx} , independent from the temperature, as follows:

$Z_{b\theta xx} = \frac{V_{xx}}{I_{xx} L}$
$R_{b\theta xx} = \frac{P_{xx}}{I_{xx}^2 L}$
$X_{bxx} = (Z_{b\theta xx}^2 - R_{b\theta xx}^2)^{1/2}$

Calculate the corresponding mean fault-loop values, as follows:

- phase-to-phase:

$$R_{b\theta ph\ ph} = 1/3 (R_{b\theta ph\ 1\ ph2} + R_{b\theta ph\ 2\ ph3} + R_{b\theta ph\ 3\ ph1})$$

$$X_{bph\ ph} = 1/3 (X_{bph\ 1\ ph2} + X_{bph\ 2\ ph3} + X_{bph\ 3\ ph1})$$

- phase-to-x:

$$R_{b\theta ph\ x} = 1/3 (R_{b\theta ph\ 1\ x} + R_{b\theta ph\ 2\ x} + R_{b\theta ph\ 3\ x})$$

$$X_{bph\ x} = 1/3 (X_{bph\ 1\ x} + X_{bph\ 2\ x} + X_{bph\ 3\ x})$$

Calculate R_{b20xx} (for the BTS not operating at the conductor temperature of 20 °C), and R_{bxx} (for the BTS operating at I_{nC} at the ambient air temperature of 35 °C):

$R_{b20xx} = \frac{R_{b\theta xx}}{1 + 0,004 (\theta - 20)}$
$R_{bx\ x} = R_{b\ 20.xx} [1 + 0,004 (35 + \Delta\theta - 20)] = R_{b\ \theta.xx} \frac{1 + 0,004 (35 + \Delta\theta - 20)}{1 + 0,004 (\theta - 20)}$

where $\Delta\theta$ is the mean stabilized temperature rise of the phase conductors as measured in Annex BB or during the temperature rise test.

Annex EE (informative)

Determination of the magnetic field in the vicinity of the BTS

Where specified, the magnetic field should be measured as follows.

Dimensions in millimetres

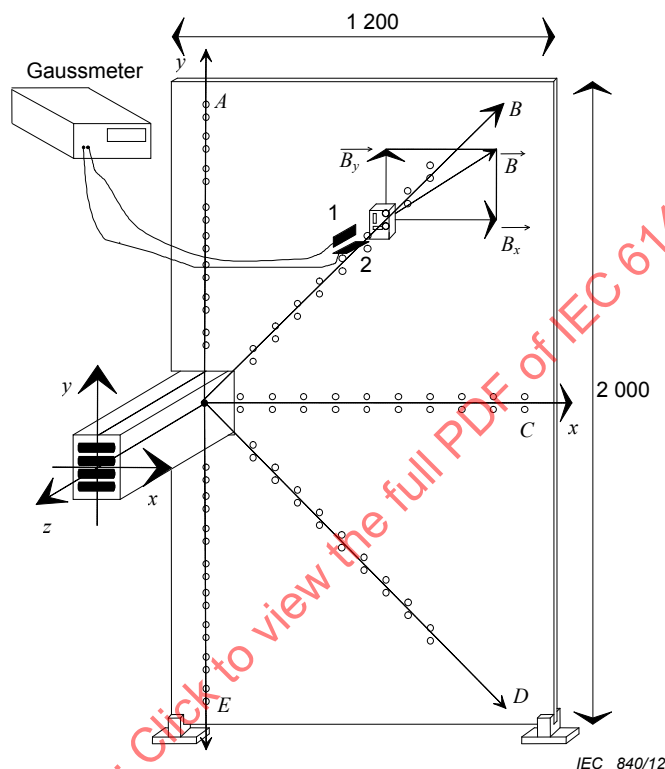


Figure EE.1 – Magnetic field measurement arrangement

A straight BTU run of at least 3 m, is supported horizontally along the axis z .

A measurement block (made of plastic material) can be located and fixed in predetermined positions on a panel (made of plywood or plastic material) along five measurement axes $A(+y)$, B , $C(x)$, D , $E(-y)$.

This measurement block is able to accommodate one or two magnetic field gauges, which are oriented in a constant perpendicular position from the reference axes x or y .

For each predetermined location of the panel, the magnetic field vector components are measured from a gaussmeter,

All measurements are made according to IEC 61786.

The modulus of the local magnetic field is given by the formula $B = (B_x^2 + B_y^2)^{1/2}$ (T).

Bibliography

The bibliography of Part 1 is applicable except as follows:

Addition:

IEC 60570:2003, *Electrical supply track systems for luminaires*

IEC 60909-0:2001, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*

IEC 61084 (all parts), *Cable trunking and ducting systems for electrical installations*

IEC 61439 (all parts), *Low voltage switchgear and controlgear assemblies*

IEC 61534 (all parts), *Powertrack systems*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61439-6:2012

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61439-6:2012

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	45
1 Domaine d'application	47
2 Références normatives	47
3 Termes et définitions	48
4 Symboles et abréviations	50
5 Caractéristiques d'interface	50
6 Informations	54
7 Conditions d'emploi	54
8 Exigences de construction	55
9 Exigences de performance	57
10 Vérification de la conception	57
11 Vérification individuelle de série	70
Annexes	71
Annexe C (informative) Liste de spécification	72
Annexe D (informative) Vérifications de la conception	76
Annexe AA (informative) Chute de tension du système	77
Annexe BB (informative) Caractéristiques des conducteurs de phase	78
Annexe CC (informative) Impédances homopolaires de boucle de défaut	80
Annexe DD (informative) Résistances et réactances de boucle de défaut	82
Annexe EE (informative) Détermination du champ magnétique à proximité du SCP	84
Bibliographie	85
Figure 101 – Essai de charge mécanique d'un élément droit	58
Figure 102 – Essai de charge mécanique d'une jonction	59
Figure 103 – Montage d'essai pour la vérification du coupe-feu	70
Figure BB.1 – Détermination des caractéristiques des conducteurs de phase	78
Figure CC.1 – Détermination des impédances homopolaires de boucle de défaut	80
Figure DD.1 – Détermination des résistances et réactances de boucle de défaut	82
Figure EE.1 – Montage de mesure du champ magnétique	84
Tableau 101 – Facteur de diversité assigné pour un élément de dérivation	52
Tableau 102 – Caractéristiques des conducteurs de phase	53
Tableau 103 – Caractéristiques de boucle de défaut	53
Tableau 104 – Caractéristiques à utiliser pour les calculs de courants de défaut	54
Tableau 105 – Conditionnement pour l'essai de cycles thermiques	60
Tableau C.1 – Liste de spécification pour l'utilisateur	72
Tableau D.1 – Vérifications de la conception	76

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENSEMBLES D'APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 6: Systèmes de canalisation préfabriquée

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61439-6 a été établie par le sous-comité 17D: Ensembles d'appareillages à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette première édition de la CEI 61439-6 annule et remplace la troisième édition de la CEI 60439-2 (2000) et son Amendement 1 (2005), dont elle constitue une révision technique.

Cette édition de la CEI 61439-6 inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à la dernière édition de la CEI 60439-2:

- alignement sur la deuxième édition de CEI 61439-1 (2011) concernant la structure et le contenu technique, selon le cas;
- introduction de nouvelles vérifications, en conséquence;
- correction des incohérences en termes de mesures et de calculs des valeurs de résistance, de réactance et d'impédance;

- nombreuses améliorations rédactionnelles.

Le texte de cette norme est issu des documents suivant:

FDIS	Rapport de vote
17D/452/FDIS	17D/454/RVD

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

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

La présente norme doit être lue conjointement à la deuxième édition de CEI 61439-1. Les dispositions fixées par les exigences générales traitées dans la CEI 61439-1 (désignée dans la suite du texte sous l'appellation « Partie 1 ») s'appliquent à la présente norme seulement lorsqu'elles sont expressément citées. Lorsque la présente norme spécifie "addition", "modification" ou "remplacement", le texte correspondant de la Partie 1 doit être adapté en conséquence.

Les paragraphes qui sont numérotés avec un suffixe 101 (102, 103, etc.), sont ajoutés au même paragraphe de la Partie 1.

Les tableaux et les figures de cette Partie 6 qui sont nouveaux sont numérotés à partir de 101.

Les nouvelles annexes de cette Partie 6 sont appelées AA, BB, etc.

Les commentaires concernant des pratiques nationales différentes («dans certains pays...») sont contenus dans les paragraphes suivants:

5.4.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61439, présentées sous le titre général *Ensembles d'appareillage à basse tension*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

ENSEMBLES D'APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 6: Systèmes de canalisation préfabriquée

1 Domaine d'application

NOTE 1 Dans toute la présente partie, l'abréviation SCP est utilisée pour désigner un système de canalisation préfabriquée. Lorsqu'il est fait référence à la Partie 1, le terme ENSEMBLE se lit "SCP".

La présente partie de la CEI 61439 formule les définitions et indique les conditions d'emploi, les exigences de construction, les caractéristiques techniques et les exigences de vérification pour les SCP à basse tension (voir 3.101), comme suit:

- SCP dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu;
- SCP destinés à être utilisés avec des équipements conçus pour la production, le transport, la distribution et la conversion de l'énergie électrique et la commande des matériels consommant de l'énergie électrique;
- SCP conçus pour être utilisés dans des conditions spéciales d'emploi, par exemple, à bord de navires et de véhicules ferroviaires, et pour des applications domestiques (utilisation par des personnes non qualifiées), sous réserve que les autres exigences spécifiques correspondantes soient respectées;

NOTE 2 Les exigences supplémentaires relatives aux SCP à bord de navires sont couvertes par la CEI 60092-302.

- SCP conçus pour l'équipement électrique des machines. Les exigences supplémentaires relatives aux SCP faisant partie intégrante d'une machine sont couvertes par la série CEI 60204.

La présente norme s'applique à tous les SCP qu'ils soient conçus, fabriqués et vérifiés à l'unité ou qu'ils constituent un modèle type et soient fabriqués en quantité.

La fabrication et/ou l'assemblage peut être réalisé(e) par un constructeur autre que le constructeur d'origine (voir 3.10.1 et 3.10.2 de la Partie 1).

La présente norme ne s'applique pas aux appareils considérés individuellement et aux sous-ensembles, tels que démarreurs de moteurs, fusibles-interrupteurs, matériels électroniques, etc. qui sont conformes aux normes de produit les concernant.

La présente norme ne s'applique pas aux types spécifiques d'ENSEMBLES couverts par d'autres parties de la série CEI 61439, aux systèmes d'alimentation électrique conformes à la CEI 60570, aux systèmes de goulottes et de conduits profilés conformes à la série CEI 61084, ni aux systèmes de conducteurs préfabriqués conformes à la série CEI 61534.

2 Références normatives

L'article de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes.

Addition:

CEI 60332-3-10:2000, *Essais des câbles électriques et des câbles à fibres optiques soumis au feu – Partie 3-10: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles montés en nappes en position verticale – Appareillage*

CEI 60439-2:2000, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 2: Règles particulières pour les canalisations préfabriquées*

CEI 61439-1:2011, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 61786:1998, *Mesure de champs magnétiques et électriques à basse fréquence dans leur rapport à l'exposition humaine – Prescriptions spéciales applicables aux instruments et recommandations pour les procédures de mesure*

ISO 834-1:1999, *Essais de résistance au feu – Eléments de construction – Partie 1: Exigences générales*

3 Termes et définitions

L'article de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes.

Définitions supplémentaires:

3.101

système de canalisation préfabriquée

SCP

ENSEMBLE sous enveloppe utilisé pour distribuer et contrôler l'énergie électrique, pour tout type de charges, destiné à des applications industrielles, commerciales et analogues, ayant la forme d'un système de conducteurs comprenant des barres séparées et supportées par des isolants et un conduit, une gaine ou une enveloppe

[SOURCE: CEI 60050-441:1984, 441-12-07 modifiée]

Note 1 à l'article: Voir 3.1.1 de la Partie 1 pour la définition d'un ENSEMBLE.

Note 2 à l'article: Le SCP peut comprendre une gamme complète de composants mécaniques et électriques, tels que:

- éléments de canalisation préfabriquée avec ou sans possibilité de dérivation;
- éléments de transposition de phases, de dilatation, flexibles, d'alimentation et d'adaptation;
- éléments de dérivation;
- conducteurs additionnels à usage de communication et/ou de contrôle.

Note 3 à l'article: Le terme « barres » ne préjuge pas de la forme géométrique, de la taille ou des dimensions du conducteur.

3.102

élément de canalisation préfabriquée

ECP

élément d'un SCP complet avec des barres, leurs supports et leur isolation, l'enveloppe extérieure ainsi qu'éventuellement les organes de fixation et de raccordement, avec ou sans possibilités de dérivation

Note 1 à l'article: Les ECP peuvent avoir différentes formes géométriques telles que: élément droit, coude, té ou croix.

3.103

tronçon de canalisation préfabriquée

TCP

ensemble d'ECP interconnectés pour former le SCP, à l'exclusion des éléments de dérivation

3.104**élément de canalisation préfabriquée avec possibilité de dérivations****ECP avec possibilité de dérivations**

ECP conçu pour permettre le branchement d'éléments de dérivation en un ou plusieurs endroits prédéterminés par le constructeur d'origine

3.105**élément de canalisation préfabriquée avec possibilité de dérivation par chariot collecteur****ECP avec possibilité de dérivation par chariot collecteur**

ECP conçu de manière à permettre l'usage d'éléments de dérivation à contacts roulant ou glissant

3.106**élément de canalisation préfabriquée d'adaptation****ECP d'adaptation**

ECP destiné à raccorder deux éléments d'un même système, mais de types ou de courants assignés différents

3.107**élément de dilatation pour canalisation préfabriquée****ECP de dilatation**

ECP destiné à permettre un certain déplacement, suivant l'axe du TCP, sous l'effet de la dilatation thermique du système

Note 1 à l'article: Ce terme ne présuppose pas quels éléments permettent le déplacement, par ex. les conducteurs dans l'enveloppe, ou à la fois les conducteurs et l'enveloppe.

3.108**élément de canalisation préfabriquée de transposition de phases****ECP de transposition de phases**

ECP destiné à changer la position relative des conducteurs de phase pour équilibrer les réactances inductives ou inverser les phases (par exemple de L1-L2-L3-N à N-L3-L2-L1)

3.109**élément flexible de canalisation préfabriquée****ECP flexible**

ECP dont les conducteurs et l'enveloppe sont conçus pour permettre un changement de direction spécifié pendant l'installation

3.110**élément de canalisation préfabriquée d'alimentation****ECP d'alimentation**

ECP servant d'unité d'arrivée

Note 1 à l'article: Voir 3.1.9 de la Partie 1 pour la définition d'une unité d'arrivée.

3.111**élément de dérivation**

unité de départ, fixe ou amovible, pour dériver de l'énergie de l'ECP

Note 1 à l'article: Voir 3.1.10, 3.2.1 et 3.2.2 de la Partie 1 pour les définitions d'une unité de départ, d'une partie fixe et d'une partie amovible.

Note 2 à l'article: Un élément de dérivation enfichable est un élément de dérivation amovible (voir 8.5.2) qui peut être connecté ou déconnecté par une action manuelle

3.112

élément de canalisation préfabriquée pour dilatation de bâtiments

ECP pour dilatation de bâtiments

ECP destiné à permettre des mouvements de bâtiments dus à des dilatations, contractions et/ou flexions thermiques du bâtiment

3.113

élément de canalisation préfabriquée coupe-feu

ECP coupe-feu

ECP ou partie d'ECP destine(e) à prévenir la propagation du feu à travers des cloisonnements d'immeubles, pendant une durée spécifiée, lorsqu'il est exposé au feu

4 Symboles et abréviations

L'article de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes.

Addition:

Symbole / Abréviation	Terme	Paragraphe
k_{1A}	facteur de température du SCP	5.3.1
k_{1c}	facteur de température d'un circuit	5.3.2
k_{2c}	facteur d'installation d'un circuit	5.3.2
R, X, Z	Caractéristiques des conducteurs de phase et des boucles de défaut	5.101

5 Caractéristiques d'interface

L'article de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes.

5.1 Généralités

Remplacement:

Les caractéristiques du SCP doivent être compatibles avec les caractéristiques assignées des circuits auxquels il est raccordé et avec les conditions d'installation, et doivent être spécifiées par le constructeur de SCP en utilisant les critères identifiés de 5.2 à 5.6 et de 5.101 à 5.102.

La fiche de spécification selon l'Annexe informative C est destinée à aider l'utilisateur et le constructeur de SCP à atteindre cet objectif, l'utilisateur pouvant

- choisir des produits catalogués dont les caractéristiques répondent à ses besoins, et aux exigences de la présente norme,
- et/ou conclure un accord particulier avec le constructeur.

NOTE L'Annexe C fait également référence aux sujets traités dans les Articles 6 et 7.

Dans certains cas, les indications fournies par le constructeur de SCP peuvent tenir lieu d'accord.

5.2.4 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}) (de l'ENSEMBLE)

Remplacement de la NOTE:

NOTE Sauf spécification contraire, la tension assignée de tenue aux chocs est choisie en fonction de la catégorie de surtension IV (niveau origine de l'installation) ou III (niveau circuit de distribution), donnée dans le Tableau G.1 de la Partie 1.

5.3.1 Courant assigné de l'ENSEMBLE (I_{nA})

Addition:

NOTE 4 Lorsque le SCP n'est pas équipé d'une seule unité d'arrivée à une extrémité du TCP, (par ex. unité d'arrivée installée ailleurs qu'à une extrémité du SCP, ou plus qu'une unité d'arrivée), les courants assignés seront soumis à un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

Le courant assigné doit s'appliquer pour une orientation spécifiée (voir 5.3.2). Cependant l'influence de l'orientation de l'installation peut être négligée pour de courtes (par ex. moins de 3 m de long) sections verticales d'un SCP horizontal.

Le constructeur du SCP peut spécifier les courants assignés du SCP pour différentes températures de l'air ambiant, par exemple au moyen de la formule suivante:

$$I'_{nA} = k_{1A} I_{nA}$$

où k_{1A} est un facteur de température, égal à 1 à la température de l'air ambiant de 35 °C.

En présence de courants harmoniques significatifs, un accord particulier doit être conclu pour un facteur de réduction, si nécessaire.

5.3.2 Courant assigné d'un circuit (I_{nc})

Addition:

Le courant assigné (I_{nc}) de chaque circuit (c'est-à-dire unité d'arrivée, ECP, élément de dérivation, circuit de départ) doit être supérieur ou égal à sa charge présumée. Pour les éléments de dérivation munis de plus qu'un circuit principal de départ, voir également 5.4.

Le courant assigné doit s'appliquer pour des conditions d'installation spécifiées. Les conditions d'installation peuvent comprendre l'orientation et la position, comme suit:

a) orientation

L'orientation peut être horizontale ou verticale.

Sauf spécification contraire, l'orientation de référence est horizontale.

b) position

La position peut par exemple être sur chant ou à plat pour un TCP et/ou au-dessous ou au-dessus de l'ECP pour un élément de dérivation.

Le constructeur de SCP peut spécifier différents courants assignés pour différentes températures de l'air ambiant et/ou condition(s) d'installation, le cas échéant, par exemple au moyen de la formule suivante:

$$I'_{nc} = k_{1c} k_{2c} I_{nc}$$

où

k_{1c} est un facteur de température, égal à 1 à la température de l'air ambiant de 35 °C;

k_{2c} est un facteur d'installation, égal à 1 dans les conditions d'installation de référence.

En présence de courants harmoniques significatifs, un accord particulier doit être conclu pour un facteur de réduction, si nécessaire.

5.4 Facteur de diversité assigné (RDF)

Remplacement:

Pour la totalité du SCP, sauf spécification contraire, le RDF (voir 3.8.11 de la Partie 1) doit être égal à 1, c'est-à-dire que tous les éléments de dérivation peuvent être chargés de manière continue et simultanée à leur courant assigné total, dans la limite du courant assigné du ou des TCP et du ou des ECP d'alimentation.

NOTE 1 Ceci est dû au fait que l'influence thermique entre les éléments de dérivation est considérée comme négligeable.

Pour les éléments de dérivation munis de plus d'un circuit principal de départ, ces circuits doivent pouvoir être chargés de manière continue et simultanée à leur courant assigné multiplié par le facteur de diversité assigné (RDF), dans la limite du courant assigné de l'élément de dérivation. Sauf spécification contraire, le RDF de ces éléments de dérivation doit être égal aux valeurs données dans le Tableau 101.

Tableau 101 – Facteur de diversité assigné pour un élément de dérivation

Nombre de circuits de départ principaux	Facteur de diversité assigné
2 et 3	0,9
4 et 5	0,8
6 à 9 inclus	0,7
10 (et plus)	0,6

Le RDF est applicable lorsque le SCP fonctionne à son courant assigné (I_{nA}).

NOTE 2 Le RDF reconnaît en pratique que toutes les unités fonctionnelles ne sont pas complètement chargées simultanément ou qu'elles sont chargées de manière intermittente.

NOTE 3 La charge présumée des circuits de départ peut être un courant constant ou l'équivalent thermique d'un courant variable.

NOTE 4 En Norvège, la protection contre les surcharges des conducteurs n'est pas uniquement fondée sur l'utilisation de facteurs de diversité des circuits en aval.

5.6 Autres caractéristiques

Modification du point e):

e) SCP fixe;

Modification du point j):

j) SCP sous enveloppe.

Addition:

aa) aptitude à supporter des charges mécaniques, normales ou lourdes (voir 8.1.101);

bb) résistance à la propagation de la flamme, le cas échéant (voir 9.101);

cc) résistance au feu en traversée de cloison dans les immeubles, le cas échéant (voir 9.102).

Paragraphes supplémentaires:

5.101 Caractéristiques des conducteurs de phase et des boucles de défaut

NOTE 1 La réactance des SCP de courant assigné inférieur à 100 A est considérée négligeable.

R et X suivant le Tableau 102 permettent de calculer les chutes de tension (voir Annexe informative AA).

Tableau 102 – Caractéristiques des conducteurs de phase

Caractéristiques moyennes des conducteurs de phase au courant assigné I_{nc} , et à la fréquence assignée f_n en Ω par-mètre de longueur	
Résistance, - à la température de l'air ambiant de 35 °C - à la température des conducteurs de 20 °C	R R_{20}
Réactance (indépendante de la température)	X
Impédances directe et inverse - à la température de l'air ambiant de 35 °C - à la température des conducteurs de 20 °C	$Z = Z_{(1)} = Z_{(2)}$ $Z_{(1)20} = Z_{(2)20}$
Les caractéristiques des conducteurs de phase peuvent être déterminées en fonction de l'Annexe BB.	

R_{20} et X selon le Tableau 102, et les résistances et réactances de boucle de défaut selon le Tableau 103, c'est-à-dire les résistances et réactances totales du ou des conducteurs de phase et du circuit de retour, permettent de calculer les courants de défaut par la méthode des impédances (voir Tableau 104).

Z et Z_{20} suivant Tableau 102, et les impédances homopolaires de boucle de défaut selon le Tableau 103, c'est-à-dire les impédances homopolaires totales du ou des conducteurs de phase et du circuit de retour, permettent de calculer les courants de défaut par la méthode des composantes symétriques (voir Tableau 104).

NOTE 2 Les courants de défaut atteignent leurs plus faibles valeurs pour les plus fortes valeurs des impédances; ceci est supposé se produire lorsque les ECP fonctionnent à I_{nc} à la température normale maximum de l'air ambiant soit 35 °C, d'où une température des conducteurs de $(35 + \Delta\theta)$ °C, où $\Delta\theta$ est l'échauffement moyen stabilisé mesuré selon 10.10.

Inversement, les courants de défaut atteignent leurs plus fortes valeurs pour les plus faibles valeurs des impédances; ceci est supposé se produire lorsque les ECP ne fonctionnent pas, d'où une température des conducteurs de 20 °C, et que le circuit est fermé sur un court-circuit.

Tableau 103 – Caractéristiques de boucle de défaut

Caractéristiques moyennes de boucle de défaut à la fréquence assignée f_n en Ω par-mètre de longueur	Phase-phase	Phase-neutre	Phase-PEN	Phase-PE
Impédances directes - à la température de l'air ambiant de 35 °C - à la température des conducteurs de 20 °C		$Z_{(0)bphN}$ $Z_{(0)b20phN}$	$Z_{(0)bphPEN}$ $Z_{(0)b20phPEN}$	$Z_{(0)bphPE}$ $Z_{(0)b20phPE}$
Résistances - à la température de l'air ambiant de 35 °C - à la température des conducteurs de 20 °C	R_{bphph} $R_{b20phph}$	R_{bphN} R_{b20phN}	R_{bphPEN} $R_{b20phPEN}$	R_{bphPE} $R_{b20phPE}$
Réactances (indépendantes de la température)	X_{bphph}	X_{bphN}	X_{bphPEN}	X_{bphPE}
Les impédances homopolaires de boucle de défaut peuvent être déterminées suivant l'Annexe CC.				
Les résistances et les impédances de boucle de défaut peuvent être déterminées suivant l'Annexe DD.				

Tableau 104 – Caractéristiques à utiliser pour les calculs de courants de défaut

Courants de défaut	Méthode des impédances	Méthode des composantes symétriques
Courant maximum de court-circuit		
- triphasé	R_{20}, X	Z_{20}
- phase-phase	$R_{b20phph}, X_{bphph}$	Z_{20}
- phase-neutre	R_{b20phN}, X_{bphN}	Z_{20} et $Z_{(0)20phN}$
Courant minimum de court-circuit		
- phase-phase	R_{bphph}, X_{bphph}	Z
- phase-neutre	R_{bphN}, X_{bphN}	Z et $Z_{(0)phN}$
Courant de défaut à la terre (phase-PE(N))	$R_{bphPE(N)}, X_{bphPE(N)}$	Z et $Z_{(0)phPE(N)}$

NOTE 3 La méthode des composantes symétriques est basée sur la sommation respective du module des impédances directes, inverses, et homopolaires dans la boucle de défaut (voir CEI 60909-0). De même, la méthode des impédances est basée sur la sommation respective du module des résistances et réactances dans la boucle de défaut.

5.102 Champ électromagnétique

L'intensité du champ magnétique à la fréquence industrielle au voisinage du TCP peut être spécifiée par le constructeur de SCP.

NOTE Le champ magnétique est une fonction rapidement décroissante de la distance.

Une méthode de mesure et de calcul du module du champ magnétique autour du SCP est donnée dans l'Annexe EE.

6 Informations

L'article de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes.

6.1 Marquage pour l'identification des ENSEMBLES

Addition après le premier alinéa:

Une plaque signalétique doit être située au voisinage de l'une des extrémités de chaque ECP et une sur chaque élément de dérivation.

Remplacement:

d) CEI 61439-6.

7 Conditions d'emploi

L'article de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes.

7.2 Conditions spéciales d'emploi

Addition:

aa) exposition à des charges mécaniques spéciales, telles que des appareils d'éclairage, des câbles supplémentaires, des appuis d'échelle, etc.;

- bb) applications avec de fortes surintensités répétitives, par exemple soudure par résistance;
- cc) installation à proximité d'appareils de TI à haute sensibilité, tels que des réseaux de transfert de données à grand débit, de l'appareillage de radiologie, des stations de travail, etc.;
- dd) applications nécessitant des performances définies dans des conditions d'incendie, par exemple intégrité des circuits pendant un temps spécifié.

8 Exigences de construction

L'article de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes.

8.1.5 Résistance mécanique

Addition après le dernier alinéa:

Les SCP avec possibilité de dérivation par chariot collecteur doivent pouvoir accomplir avec succès 10 000 cycles aller et retour le long des conducteurs du TCP, avec les frotteurs supportant leur courant assigné à la tension assignée. En courant alternatif, le facteur de puissance de la charge doit être compris entre 0,75 et 0,8.

La conformité à cette exigence est vérifiée par l'essai de 10.13.

Paragraphes supplémentaires:

8.1.101 Aptitude à supporter des charges mécaniques

Le SCP prévu pour une installation horizontale doit pouvoir supporter en service des charges mécaniques normales ou lourdes spécifiées selon 5.6 aa).

Les charges mécaniques normales comprennent le poids de l'élément d'alimentation, s'il n'est pas supporté par son propre dispositif de fixation, et des éléments de dérivation, en plus du poids des ECP.

Les charges mécaniques lourdes comprennent des charges additionnelles telles que le poids d'une personne.

NOTE Ceci n'implique pas qu'un SCP est une passerelle.

Les propriétés mécaniques nécessaires peuvent être obtenues par le choix des matériaux, leur épaisseur, leur forme et/ou par le nombre et l'emplacement des points de fixation suivant les indications du constructeur.

La conformité à cette exigence est vérifiée par l'essai selon 10.2.101.

8.1.102 Aptitude des éléments de dérivation enfichables à supporter les variations thermiques

Les éléments de dérivation enfichables pour lesquels la force de contact est fournie par la flexion d'un organe élastique doivent pouvoir supporter les contraintes mécaniques dues aux variations de température lorsqu'ils sont soumis à une charge intermittente.

NOTE Dans le cadre de cette exigence, une rondelle élastique n'est pas considérée comme un organe élastique.

La conformité est vérifiée par l'essai selon 10.2.102.

8.2.1 Protection contre les impacts mécaniques

Remplacement:

Lorsque le constructeur d'origine déclare un degré de protection contre les impacts mécaniques conformément à la CEI 62262 code IK, le SCP doit être conçu pour pouvoir supporter l'essai suivant la CEI 62262 code IK (voir 10.2.6).

8.3.2 Distances d'isolement

Addition après le premier alinéa:

Les distances d'isolement de l'isolation supplémentaire ne doivent pas être inférieures à celles spécifiées pour l'isolation principale. Les distances d'isolement de l'isolation renforcée doivent être dimensionnées pour la tension assignée de tenue aux chocs immédiatement supérieure à celles spécifiées pour l'isolation principale (voir Tableau 1 de la Partie 1).

8.3.3 Lignes de fuite

Addition après le troisième alinéa:

Les lignes de fuite de l'isolation supplémentaire ne doivent pas être inférieures à celles spécifiées pour l'isolation principale. Les lignes de fuite de l'isolation renforcée doivent être égales au double de celles spécifiées pour l'isolation principale (voir Tableau 2 de la Partie 1).

8.4.3.2.3 Exigences pour les conducteurs de protection assurant la protection contre les conséquences de défauts dans les circuits externes alimentés par l'intermédiaire du SCP

Addition après le dernier alinéa:

Pour les SCP avec possibilité de dérivation par chariot collecteur, des précautions de construction doivent être prises pour assurer une conduction bonne et permanente entre les parties conductrices accessibles des éléments de dérivation et les parties conductrices accessibles statiques, en particulier, quand l'enveloppe des éléments fixes fait partie du circuit de protection de l'installation.

8.5.2 Parties amovibles

Remplacement du troisième alinéa:

Une partie amovible peut être munie d'un dispositif qui garantit qu'elle ne peut être retirée et insérée qu'après ouverture du circuit principal de la charge.

Addition:

NOTE Un élément de dérivation est ou n'est pas une partie amovible telle que définie dans ce paragraphe et dans 3.2.2 de la Partie 1, conformément aux indications du constructeur.

8.5.5 Accessibilité

Le paragraphe de la Partie 1 ne s'applique pas.

Paragraphe supplémentaire:

8.6.101 Connexion correcte entre éléments de SCP

Les ECP doivent être conçus pour assurer une connexion correcte entre les conducteurs des éléments adjacents formant un SCP (circuits de puissance, circuits auxiliaires et de communication, PE...). Cette exigence peut être satisfaite par une identification appropriée de chaque connexion.

Les ECP et les éléments de dérivation doivent être conçus de manière à assurer une connexion correcte entre leurs conducteurs (circuits de puissance, circuits auxiliaires et de communication, PE...). Cette exigence doit être satisfaite par des verrouillages d'insertion (voir 3.2.5 de la Partie 1).

9 Exigences de performance

L'article de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes.

9.2 Limites d'échauffement

Remplacement de la note de bas de tableau ^d dans le Tableau 6:

- ^d Sauf spécification contraire, dans le cas de panneaux et d'enveloppes qui sont accessibles mais qui ne doivent pas être touchés en service normal, on peut admettre que les limites d'échauffement soient augmentées de 25 K pour les surfaces métalliques et de 15 K pour les surfaces en matériau isolant.

Paragraphes supplémentaires:

9.101 Résistance à la propagation de la flamme

Un SCP non propagateur de la flamme ne doit pas s'enflammer ou, s'il s'enflamme, ne doit pas continuer à brûler lorsque la source d'allumage est éloignée.

La conformité est vérifiée par les essais de non propagation de la flamme selon 10.101.

9.102 Résistance au feu en traversée de cloison dans les immeubles

Dans le cas où le SCP traverse des cloisonnements horizontaux ou verticaux d'immeubles (par exemple murs ou planchers), un éventuel ECP coupe-feu doit être construit pour empêcher la propagation du feu, pendant une durée spécifiée, lorsqu'il est exposé au feu.

Le cas échéant, les durées suivantes de résistance au feu sont privilégiées: 60 min, 90 min, 120 min, 180 min ou 240 min.

Ceci peut être réalisé au moyen d'éléments additionnels.

La conformité est vérifiée par l'essai de résistance au feu selon 10.102.

10 Vérification de la conception

L'article de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes.

10.1 Généralités

Remplacement du deuxième alinéa:

Lorsque des essais sur le SCP ont été réalisés conformément à la CEI 60439-2, et que les résultats d'essai satisfont aux exigences de la présente Partie 6 de la CEI 61439, il n'est pas nécessaire de répéter la vérification de ces exigences.

Addition à la fin de b) Performances:

- 10.101 Résistance à la propagation de la flamme;
- 10.102 Résistance au feu en traversée de cloison dans les immeubles.

10.2.6 Impact mécanique

Remplacement:

Le SCP doit être soumis à essai conformément à la CEI 62262.

À l'issue de l'essai, le SCP doit continuer à procurer le code IP et la rigidité diélectrique. Les panneaux amovibles et les éléments de dérivation doivent pouvoir être retirés et réinstallés et les portes doivent pouvoir être ouvertes et fermées, le cas échéant.

Paragraphes supplémentaires:

10.2.101 Aptitude à supporter des charges mécaniques

10.2.101.1 Procédure d'essai pour un élément de canalisation préfabriquée droit

Le premier essai doit être exécuté sur un ECP droit posé comme en utilisation normale sur deux supports espacés de la distance maximale D spécifiée par le constructeur d'origine. L'emplacement et la forme des supports doivent être déterminés par le constructeur d'origine. Voir Figure 101.

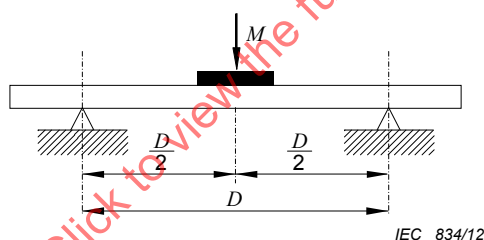


Figure 101 – Essai de charge mécanique d'un élément droit

Une masse M doit être appliquée sans contrainte dynamique sur la partie supérieure de l'enveloppe au point milieu entre les supports, par l'entremise d'une pièce rigide carrée de côté égal à la largeur de l'ECP.

La masse M doit être égale à:

- $m + m_L$ pour des charges normales
- $m + m_L + 90 \text{ kg}$ pour des charges lourdes

où

- m est la masse de l'ECP comprise entre les supports.
- m_L est la masse des éléments d'alimentation et de dérivation pouvant être raccordés sur la longueur D suivant les instructions du constructeur d'origine.

La durée de l'essai doit être d'au moins 5 min.

10.2.101.2 Procédure d'essai pour une jonction

Un second essai doit être exécuté sur deux ECP droits assemblés et posés, comme en utilisation normale, sur un nombre minimum de supports espacés des distances D et D_1 . La

distance D est celle qui est indiquée en 10.2.101.1; la distance D_1 est la distance maximale entre les deux supports adjacents à une jonction spécifiée par le constructeur d'origine. La jonction doit être centrée entre les deux supports. Voir Figure 102.

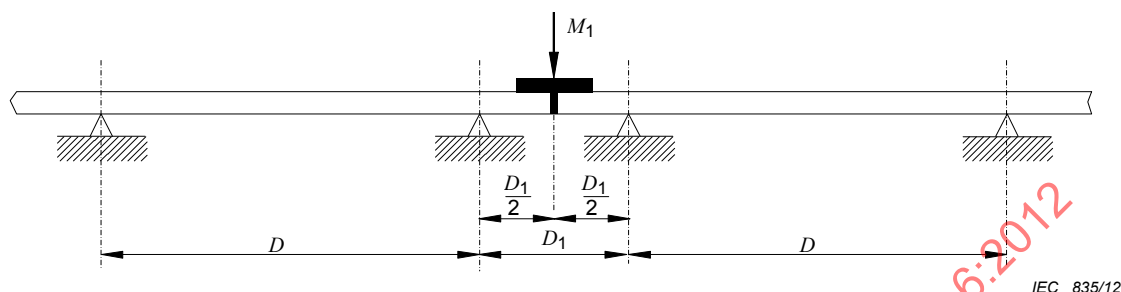


Figure 102 – Essai de charge mécanique d'une jonction

Une masse M_1 doit être appliquée sans contrainte dynamique à la partie supérieure de l'enveloppe au niveau de la jonction par l'entremise d'une pièce rigide carrée dont les côtés sont égaux à la largeur de l'ECP.

La masse M_1 doit être égale à:

- $m_1 + m_{L1}$ pour des charges normales
- $m_1 + m_{L1} + 90$ kg pour des charges lourdes

où

- m_1 est la masse de ces parties des ECP, jonction incluse, comprises entre les supports espacés de la distance D_1
- m_{L1} est la masse maximale des éléments d'alimentation et de dérivation pouvant être raccordés sur la longueur D_1 suivant les spécifications du constructeur d'origine.

La durée de l'essai doit être d'au moins 5 min.

10.2.101.3 Résistance de l'enveloppe à l'écrasement

Une force d'écrasement doit être appliquée successivement en quatre points ou plus le long d'un ECP droit, en incluant un point entre deux isolateurs adjacents, si nécessaire.

L'ECP doit être supporté horizontalement sur une surface plane et la force doit être appliquée par l'intermédiaire d'une pièce rigide égale à la largeur de l'ECP et à 120 mm de long.

Pour un SCP déclaré pour des charges mécaniques normales, la force d'écrasement doit être égale à au moins 4 fois le poids d'un mètre de longueur; une masse de 90 kg doit être ajoutée pour un SCP déclaré pour des charges mécaniques lourdes.

La durée de l'essai doit être de 5 min au moins par point.

10.2.101.4 Résultats à obtenir

Pendant et après les essais selon 10.2.101.1 à 10.2.101.3, il ne doit pas y avoir de ruptures ni de déformations permanentes de l'enveloppe qui pourraient affecter le degré de protection, réduire les distances d'isolement et les lignes de fuite à des valeurs inférieures à celles spécifiées en 8.3 ou compromettre l'insertion correcte des éléments d'arrivée ou de départ.

Le circuit de protection doit rester apte à remplir sa fonction et les échantillons doivent résister à l'essai diélectrique selon 10.9.2 de la Partie 1.

10.2.102 Essai de cycles thermiques

10.2.102.1 Généralités

Les éléments de dérivation enfichables doivent être soumis à un essai de cycles thermiques.

10.2.102.2 Échantillon

Si une gamme d'éléments de dérivation ayant différents courants assignés ou incorporant différents dispositifs de protection utilise des ensembles de connexion d'une même conception, l'essai d'une configuration constituée d'un ECP et d'un élément de dérivation est considéré comme représentatif de la gamme. La conception d'un ensemble de connexion comprend les caractéristiques physiques, les matériaux et la finition de surface (par exemple revêtement), si applicable.

Un élément de dérivation incorporant des fusibles doit être équipé des fusibles du calibre maximum spécifié par le constructeur d'origine. Un élément de dérivation incorporant un disjoncteur doit être équipé du disjoncteur ayant les caractéristiques assignées les plus élevées spécifiées par le constructeur d'origine.

L'élément de dérivation doit être disposé et chargé comme dans 10.10.2.3.6.

Avant l'essai, l'échantillon est conditionné par une série de cycles d'insertion et de retrait de l'élément de dérivation, de la manière prévue, sans courant, conformément au Tableau 105.

Tableau 105 – Conditionnement pour l'essai de cycles thermiques

Courant assigné A	Nombre de cycles d'insertion et de retrait
$I_{nc} \leq 63$	25
$63 < I_{nc} \leq 200$	10
$200 < I_{nc}$	5

10.2.102.3 Procédure d'essai

Le courant est appliqué jusqu'à stabilisation de la température. Les températures spécifiées pour l'essai d'échauffement sont enregistrées. Les deux courants sont coupés et on laisse l'échantillon se refroidir à la température ambiante.

On soumet ensuite l'échantillon à 84 cycles comprenant

- 3 h sous courant assigné et 3 h sans courant, ou
- 2 h sous courant assigné et 2 h sans courant, si les températures relevées à la fin de la période initiale de 2 h sous courant diffèrent de moins de 5 K des températures relevées à la fin de la période de stabilisation.

10.2.102.4 Résultats à obtenir

Les températures relevées après le 84^{ème} cycle ne doivent pas dépasser de plus de 5 K les températures enregistrées à la fin de la période de stabilisation.

10.3 Degré de protection procuré par les ENSEMBLES

Remplacement de l'avant dernier alinéa:

Quand des traces d'eau soulèvent un doute quant au bon fonctionnement et à la sécurité de du SCP, un essai diélectrique selon 10.9.2 de la Partie 1 doit être réalisé.

10.5.3.1 Généralités

Remplacement:

La tenue aux courts-circuits spécifiée par le constructeur d'origine doit être vérifiée par essai comme détaillé en 10.5.3.5 ou par comparaison avec une conception de référence vérifiée par essai comme détaillé en 10.5.3.3.

Le constructeur d'origine doit déterminer la ou les conceptions de référence utilisées en 10.5.3.3.

10.5.3.3 Vérification par comparaison avec une conception de référence – Utilisation d'une liste de contrôle

Remplacement:

La vérification est réussie lorsque la comparaison du SCP à vérifier avec une conception ayant déjà été soumise aux essais satisfait toutes les exigences suivantes:

- a) points 1 à 3, 5 à 6, et 8 à 10 de la liste de contrôle du Tableau 13 de la Partie 1;
- b) les supports de jeux de barres de chaque circuit du SCP à évaluer sont du même type, de la même forme et du même matériau que la conception de référence, et ont un espacement égal ou inférieur sur la longueur du jeu de barres; et les matériaux isolants sont du même type, de la même forme et de la même épaisseur.

Pour assurer le même courant admissible la part du courant de défaut qui circule dans les masses, la conception, le nombre et la configuration des parties qui assurent la connexion entre le conducteur de protection et les masses, doivent être les mêmes que dans la conception de référence soumise à essai.

10.5.3.4 Vérification par comparaison avec une conception de référence – Utilisation de calculs

Ce paragraphe de la Partie 1 n'est pas applicable.

10.10 Vérification de l'échauffement

Remplacement de tout le paragraphe:

10.10.1 Généralités

On doit vérifier que les limites d'échauffement spécifiées en 9.2 pour les différentes parties du SCP ne sont pas dépassées.

La vérification doit être réalisée par:

- a) des essais (10.10.2),
- b) et/ou déduction du courant assigné de variantes similaires (10.10.3).

10.10.2 Vérification par essais

10.10.2.1 Généralités

La vérification par essais doit comprendre les étapes suivantes:

- a) si le SCP à vérifier comprend plusieurs variantes, choix de la ou des plus défavorables selon 10.10.2.2:

b) vérification de la ou des variantes choisies, selon 10.10.2.3.

10.10.2.2 Choix des configurations représentatives

10.10.2.2.1 Généralités

L'essai doit être réalisé sur des ECP et sur des éléments de dérivation représentatifs, respectivement choisis selon 10.10.2.2.2 et 10.10.2.2.3.

Les ECP et les éléments de dérivation triphasés à 3 conducteurs sont respectivement considérés comme représentatifs des éléments triphasés à 4 et 5 conducteurs et monophasés à 2 ou 3 conducteurs sous réserve que le conducteur neutre soit d'une taille supérieure ou égale aux conducteurs de phase et disposé de la même façon.

Le choix relève de la responsabilité du constructeur d'origine.

Il convient que le constructeur d'origine prenne en considérations les autres configurations dont le courant assigné doit être déduit des configurations selon 10.10.3 déjà soumises à essai.

10.10.2.2.2 Éléments de canalisation préfabriquée

a) Identification des ECP similaires

Les ECP dont chaque pôle est constitué de un ou plusieurs conducteurs de section rectangulaire, peuvent être considérés comme des variantes similaires d'une même conception, même s'ils sont prévus pour des courants assignés différents, s'ils satisfont toutes les conditions suivantes:

- la même configuration de barres,
- le même espacement entre les conducteurs,
- la même enveloppe.

b) Choix d'un ECP représentatif

Une variante représentative des variantes similaires doit satisfaire toutes les conditions suivantes:

- la conductance la plus faible,
- la hauteur, l'épaisseur et la section de conducteur les plus élevées,
- la ventilation la plus défavorable (dimension des ouvertures, refroidissement naturel ou forcé...).

Si toutes ces exigences ne peuvent être satisfaites avec un seul ECP, d'autres essais doivent être réalisés.

10.10.2.2.3 Éléments de dérivation

a) Identification d'éléments de dérivation similaires

Des éléments de dérivation peuvent être considérés comme des variantes similaires d'une même conception, même s'ils sont prévus pour des courants assignés différents, s'ils remplissent toutes les conditions suivantes:

- 1) la fonction du circuit principal est la même (par exemple, alimentation de câble, démarreur de moteur);
- 2) les appareils ont la même dimension de cadre et appartiennent à la même série;
- 3) le châssis et l'enveloppe de l'élément de dérivation sont du même type;
- 4) la disposition des appareils les uns par rapport aux autres est la même;

- 5) le type et la configuration des conducteurs, y compris le type de connexion et le matériau conducteur entre l'élément de dérivation et l'ECP, sont les mêmes;
- 6) la section des conducteurs du circuit principal est au moins dimensionnée pour le plus faible des courants assignés des appareils en série dans le circuit principal. Les conducteurs doivent être choisis sur la base d'essais ou conformément à la CEI 60364-5-52. Des exemples sur la façon d'adapter cette norme aux conditions à l'intérieur d'un élément de dérivation sont donnés dans l'Annexe H de la Partie 1. La section des barres doit être choisie sur la base d'essais ou conformément à l'Annexe N.

b) Choix d'un élément de dérivation représentatif

Le courant maximal possible est établi pour chaque élément de dérivation. Pour les éléments de dérivation contenant un seul appareil, il s'agit du courant assigné de l'appareil. Pour les éléments de dérivation qui contiennent plusieurs appareils en série dans le circuit principal, il s'agit du plus petit des courants assignés.

Pour chaque élément de dérivation la puissance dissipée est calculée pour le courant maximal possible en utilisant les données propres à chaque appareil (y compris les appareils dans les circuits auxiliaires) et les puissances dissipées des conducteurs associés dans les circuits principaux.

Une variante représentative des variantes similaires doit satisfaire toutes les conditions suivantes:

- la conductance des conducteurs du circuit principal la plus faible,
- la puissance dissipée totale la plus élevée,
- l'enveloppe la plus défavorable (dimensions globales, séparations internes et ventilation).

Si toutes ces exigences ne peuvent être satisfaites avec un seul élément de dérivation, d'autres essais doivent être réalisés.

Il convient que le constructeur d'origine détermine si des essais supplémentaires, dans l'autre orientation que l'orientation de référence, sont nécessaires.

10.10.2.3 Méthodes d'essai

10.10.2.3.1 Généralités

L'essai d'échauffement de chaque circuit doit être effectué à sa fréquence assignée.

Pour produire le courant désiré toute valeur pratique de la tension d'essai peut être utilisée.

Les courants d'essai doivent être ajustés pour être sensiblement égaux dans tous les conducteurs de phase. Toute circulation intempestive d'air dans le TCP en essai doit être évitée (par exemple en fermant les extrémités de l'enveloppe).

Si l'élément de dérivation comprend des coupe-circuits à fusibles, ceux-ci doivent être équipés pour l'essai d'éléments de remplacement du type spécifié par le constructeur d'origine. Les puissances dissipées dans les éléments de remplacement utilisés pour l'essai doivent être indiquées dans le rapport d'essai. La puissance dissipée des éléments de remplacement peut être déterminée par une mesure ou bien selon les indications du constructeur des coupe-circuits à fusibles.

Pour les éléments de dérivation conçus pour incorporer des circuits ou des appareils de commande supplémentaires, la puissance dissipée de ces éléments supplémentaires doit être simulée par des résistances chauffantes.

Lorsqu'un électro-aimant de commande est alimenté au cours de l'essai, la température doit être mesurée lorsque l'équilibre thermique est atteint à la fois dans le circuit principal et dans l'électro-aimant de commande.

La dimension et la disposition des conducteurs externes utilisés pour l'essai doivent figurer dans le rapport d'essai.

L'essai doit avoir une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur constante. Dans la pratique, cette condition est remplie lorsque la variation de tous les points mesurés (y compris la température de l'air ambiant) ne dépasse pas 1 K/h.

Pour réduire la durée de l'essai, si les appareils le permettent, le courant peut être augmenté au cours de la première partie de l'essai puis réduit au courant d'essai spécifié.

10.10.2.3.2 Conducteurs d'essai

Le paragraphe 10.10.2.3.2 de la Partie 1 s'applique.

10.10.2.3.3 Mesure des températures

Des thermocouples ou des thermomètres doivent être utilisés pour les mesures de température. Pour les enroulements, la méthode de mesure de la température par variation de la résistance doit généralement être utilisée.

Les thermomètres ou les thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

La température doit être mesurée et enregistrée à tous les points spécifiés en 9.2. Une attention particulière doit être accordée aux connexions des conducteurs et aux bornes des circuits principaux. Des points particuliers sont spécifiés en 10.10.2.3.5 et 10.10.2.3.6.

Pour la mesure de la température de l'air à l'intérieur d'un SCP, le cas échéant, plusieurs appareils de mesure doivent être disposés aux endroits appropriés.

10.10.2.3.4 Température de l'air ambiant

Les thermomètres ou les thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

La température ambiante pendant l'essai doit être comprise entre +10 °C et +40 °C.

La température ambiante est la valeur moyenne de tous les points de mesure de la température de l'air ambiant.

Des points particuliers sont spécifiés en 10.10.2.3.5 et 10.10.2.3.6.

10.10.2.3.5 Essai d'un TCP

Un élément d'alimentation et une ou plusieurs sections droites représentatives (voir 10.10.2.2.2) sont raccordés, avec tous leurs panneaux en place, pour former un TCP d'une longueur totale d'au moins 6 m et comprenant au minimum deux jonctions.

Les accessoires du SCP (par exemple coudes, ECP flexibles, etc.) peuvent être incorporés de manière appropriée le long du TCP et testés suivant la même procédure.

Cet échantillon représentatif doit être monté dans les conditions d'installation de référence et soumis à essai à son courant assigné I_{nc} .

La température des conducteurs doit être mesurée à mi-longueur du TCP et au niveau de chaque jonction. La température des parties correspondantes de l'enveloppe doit être mesurée sur tous les côtés libres.

a) Orientation horizontale

Le TCP doit être supporté horizontalement à environ 1 m du plancher.

La température de l'air ambiant doit être mesurée au voisinage immédiat du centre du TCP, à la même hauteur et à une distance approximative de 1 m à partir d'un des côtés longitudinaux de l'enveloppe.

b) Orientation verticale

Le TCP doit être disposé verticalement, c'est-à-dire en position verticale sur au moins 4 m et fixé sur une structure rigide conformément aux instructions du constructeur d'origine.

La température de l'air ambiant doit être mesurée à 1,5 m vers le bas depuis l'extrémité supérieure du montage d'essai à une distance approximative de 1 m à partir d'un des côtés longitudinaux de l'enveloppe.

10.10.2.3.6 Essai d'un élément de dérivation

L'élément de dérivation doit être monté dans sa condition d'installation de référence sur un TCP ayant un courant assigné au moins égal au double du courant assigné de l'élément de dérivation (ou le plus proche existant).

L'élément de dérivation doit être parcouru par son courant assigné et le TCP doit être parcouru par son propre courant assigné jusqu'à l'emplacement de l'élément de dérivation.

Les échauffements des connexions des conducteurs et des bornes des appareils du circuit principal, ainsi que ceux des parties correspondantes de tous les côtés libres de l'enveloppe de l'élément de dérivation doivent être mesurés ainsi que l'échauffement des conducteurs et des parties correspondantes de l'enveloppe de l'ECP où est connecté l'élément de dérivation.

a) Orientation horizontale

Le TCP doit être disposé selon 10.10.2.3.5 point a).

L'élément de dérivation doit être positionné le plus au centre possible sur le TCP.

La température de l'air ambiant doit être mesurée au voisinage immédiat du centre de l'élément de dérivation en essai, à la même hauteur et à une distance approximative de 1 m à partir d'un des côtés longitudinaux de l'enveloppe de l'élément de dérivation.

b) Orientation verticale

Le TCP doit être disposé selon 10.10.2.3.5 point b).

L'élément de dérivation doit être positionné de sorte que son centre soit à environ 1,5 m vers le bas depuis l'extrémité supérieure du TCP.

La température de l'air ambiant doit être mesurée au centre de l'élément de dérivation en essai, à une distance approximative de 1 m à partir d'un des côtés longitudinaux de l'enveloppe.

10.10.2.3.7 Essai d'un élément de dérivation avec plusieurs circuits de départ

Si tous les circuits de départ de l'élément de dérivation peuvent être chargés de manière continue et simultanée à leur courant assigné ($RDF = 1$), alors 10.10.2.3.6 s'applique, tous les circuits de départ étant chargés à leur courant assigné.

Si le facteur de diversité assigné est inférieur à 1, l'élément de dérivation doit être soumis à essai en deux étapes:

- a) chaque type de circuit de départ doit être soumis à essai individuellement, à son courant assigné, selon 10.10.2.3.6.
- b) l'élément de dérivation complet doit être chargé à son courant assigné et chaque circuit de départ à son courant assigné multiplié par le facteur de diversité assigné. Si le courant assigné de l'élément de dérivation est inférieur à la somme des courants d'essai de tous les circuits de départ (c'est-à-dire courants assignés des circuits de départ multipliés par le facteur de diversité), alors les circuits de départ doivent être divisés en groupes correspondant au courant assigné de l'élément de dérivation. Les groupes doivent être formés de manière à atteindre l'échauffement le plus élevé possible. Des groupes suffisants doivent être formés et des essais doivent être entrepris pour inclure toutes les variantes de circuits de départ dans au moins un groupe.

10.10.2.3.8 Résultats à obtenir

A la fin de l'essai, l'échauffement ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 6 de la Partie 1. Les appareils doivent fonctionner de manière satisfaisante dans les limites de tension spécifiées et à la température régnant à l'intérieur du SCP.

10.10.3 Déduction du courant assigné des variantes

10.10.3.1 Généralités

Les paragraphes suivants définissent comment le courant assigné de variantes peut être établi par déduction du courant assigné de configurations similaires vérifiées par essai.

Les essais d'échauffement réalisés à 50 Hz sont valables à 60 Hz pour des courants assignés jusqu'à 800 A inclus. En l'absence d'essais à 60 Hz pour les courants supérieurs à 800 A, le courant assigné à 60 Hz doit être réduit à 95 % de celui à 50 Hz. Cependant, si l'échauffement maximal à 50 Hz ne dépasse pas 90 % de la valeur admissible, alors la réduction pour 60 Hz n'est pas nécessaire.

Les essais d'échauffement réalisés à une fréquence donnée sont valables pour le même courant assigné à des fréquences inférieures, y compris en courant continu.

10.10.3.2 Éléments de canalisation préfabriquée

Le courant assigné de variantes similaires d'un ECP soumis à essai (voir 10.10.2.2.2) doit être calculé selon la formule de déclassement suivante:

$$I_{n2} = I_{n1} \frac{S_2}{S_1}$$

où

I_{n2} est le courant assigné à calculer;

I_{n1} est le courant assigné de l'ECP soumis à essai;

S_2 est la section des conducteurs de l'ECP variante;

S_1 est la section des conducteurs de l'ECP soumis à essai.

10.10.3.3 Éléments de dérivation

Le courant assigné de variantes similaires d'un élément de dérivation soumis à essai (voir 10.10.2.2.3) doit être calculé selon la formule de déclassement suivante:

$$I_{ntou2} = I_{max2} \frac{I_{ntou1}}{I_{max1}}$$

où

I_{ntou2} est le courant assigné à calculer;

I_{ntou1} est le courant assigné de l'élément de dérivation soumis à essai;

I_{max2} est le courant maximal possible de l'élément de dérivation variante;

I_{max1} est le courant maximal possible de l'élément de dérivation soumis à essai.

10.11.1 Généralités

Remplacement:

La tenue assignée aux courts-circuits doit être vérifiée sauf lorsque cela est exclu selon 10.11.2 de la Partie 1. La vérification peut être effectuée par essai selon 10.11.5 de la Partie 1 ou par comparaison avec une conception de référence selon 10.11.3.

L'essai doit être effectué sur des TCP représentatifs montés de manière représentative, et sur des éléments de dérivation représentatifs, choisis selon 10.11.5.1.

Le constructeur d'origine doit déterminer la ou les conceptions de référence.

Il convient que le constructeur d'origine prenne en considération les autres configurations, dont les caractéristiques de court-circuit assignées doivent être dérivées selon 10.11.3 à partir des configurations soumises à essai.

10.11.3 Vérification par comparaison avec une conception de référence – Utilisation d'une liste de contrôle

Remplacement:

La vérification est réussie lorsque la comparaison du SCP à vérifier avec une conception ayant déjà été soumise aux essais satisfait toutes les exigences suivantes:

- points 1 à 3 et 5 à 10 de la liste de contrôle du Tableau 13 de la Partie 1;
- les supports de jeux de barres de chaque circuit du SCP à évaluer sont du même type, de la même forme et du même matériau que la conception de référence, et ont un espacement égal ou inférieur sur la longueur du jeu de barres; et les matériaux isolants sont du même type, de la même forme et de la même épaisseur.

Dès qu'une exigence de la liste de contrôle n'est pas satisfaite, la vérification doit être effectuée par l'essai selon 10.11.5 de la Partie 1.

10.11.4 Vérification par comparaison avec une conception de référence – Utilisation de calculs

Le paragraphe de la Partie 1 ne s'applique pas.

10.11.5.1 Montages d'essai

Remplacement:

Le SCP ou ses parties nécessaires pour réaliser l'essai doi(ven)t être monté(es) comme en utilisation normale.

10.11.5.3.2 Circuits de départ

Addition au début du paragraphe:

L'élément de dérivation en essai doit être monté sur un ECP, disposé comme indiqué en 10.11.5.3.3, aussi près que possible de l'extrémité d'arrivée.

10.11.5.3.3 Circuit d'arrivée et jeux de barres principaux

Remplacement:

L'essai doit être effectué sur un SCP comprenant au moins un ECP d'alimentation raccordé à un nombre approprié d'ECP droits, pour obtenir une longueur ne dépassant pas 6 m et comportant au moins une jonction. Pour la vérification du courant assigné de courte durée admissible (voir 5.3.5 de la Partie 1) ou du courant assigné de crête admissible (voir 5.3.4 de la Partie 1), une longueur plus grande peut être utilisée, pourvu que la valeur crête et la valeur efficace de la composante alternative du courant d'essai soient respectivement au moins égales au courant assigné de crête admissible et au courant assigné de courte durée admissible (voir 10.11.5.4 b) de la Partie 1).

Les ECP non inclus dans l'essai ci-dessus doivent être assemblés comme en utilisation normale et soumis à des essais séparés.

10.11.5.5 Résultats à obtenir

Addition après le cinquième alinéa:

Des détériorations sont admises pour les contacts d'élément de dérivation (par exemple, les balais de chariot) prévus pour être remplacés périodiquement conformément aux instructions du constructeur.

10.11.5.6.2 Résultats à obtenir

Remplacement:

La continuité et la tenue aux courts-circuits du circuit de protection, qu'il soit constitué d'un conducteur séparé ou de l'enveloppe, ne doivent pas être significativement affectées.

Dans le cas d'un élément de dérivation, cela peut être vérifié par des mesures sous un courant de l'ordre du courant assigné de l'élément de dérivation.

Dans le cas d'un ECP, il convient que la résistance de boucle de défaut entre phase et PE $R_{b20phPEN}$ ou $R_{b20phPE}$, déterminée après l'essai et après un délai suffisant pour laisser la barre refroidir jusqu'à la température ambiante, n'ait pas augmenté de plus de 10 % (voir 5.101).

Lorsque l'enveloppe est utilisée comme conducteur de protection, des étincelles et des échauffements à proximité des connexions sont acceptés, pourvu qu'ils n'affectent pas la continuité électrique et que les parties adjacentes inflammables ne s'enflamment pas.

La déformation de l'enveloppe ou des cloisons, barrières et obstacles internes due au court-circuit est admise dans la mesure où le degré de protection n'est pas visiblement affecté et que les distances d'isolement ou les lignes de fuite ne sont pas réduites à des valeurs inférieures à celles spécifiées en 8.3 de la Partie 1.

10.13 Fonctionnement mécanique

Le paragraphe de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes.

Modification du deuxième alinéa:

Le nombre de cycles de fonctionnement doit être de 50.

Addition après le dernier alinéa:

Pour les éléments de dérivation par chariot collecteur, la vitesse du chariot portant les frotteurs et la distance parcourue doivent être déterminées en conformité avec les conditions de service pour lesquelles le chariot est conçu. Si le chariot collecteur est conçu pour supporter un outil ou une autre charge mécanique, un poids équivalent doit être suspendu au chariot pendant l'essai. A la suite de l'essai, on ne doit constater aucune défaillance mécanique ou électrique résultant de piquage, brûlage ou soudage excessifs des contacts.

Paragraphe supplémentaires:

10.101 Résistance à la propagation de la flamme

L'essai convient pour tous les types ou dimensions d'ECP pour caractériser la résistance à la propagation de la flamme du SCP dans des conditions de montage ou de regroupement rencontrées en pratique. L'essai est réalisé conformément à la CEI 60332-3-10, avec un temps d'application de la flamme de 40 min.

L'essai est réalisé sur des TCP droits ayant au moins 3 m de longueur et une jonction.

Trois TCP droits de même type sont placés verticalement à des intervalles réguliers sur une échelle verticale à l'intérieur d'un compartiment d'essai au feu; chaque TCP doit être orienté pour présenter un côté différent à l'impact de la flamme du brûleur.

En cas de TCP de grande largeur, le nombre d'éléments droits en essai peut être réduit, mais dans ce cas, l'essai doit être répété pour réaliser les trois types d'essai concernant l'orientation des côtés de l'enveloppe.

Pour les ECP ayant des possibilités de dérivation, un côté comportant des prises de dérivation doit être équipé comme en usage normal (par exemple avec un couvercle), orienté vers le brûleur, et situé dans le voisinage immédiat de l'impact de la flamme du brûleur.

Une fois la combustion terminée, il convient que l'enveloppe des TCP soit essuyée. On ne tient pas compte de la suie si, après avoir été essuyée, la surface d'origine n'est pas endommagée. On ne tient pas compte non plus des parties ramollies ou déformées des matériaux non métalliques. L'étendue maximale des dommages est mesurée en mètres, au décimètre près, du bord inférieur du brûleur à la limite supérieure de la zone carbonisée.

Le système est considéré comme ayant réussi l'essai si

- il ne s'enflamme pas;
NOTE L'inflammation de petits composants qui ne compromet pas l'intégrité du TCP est ignorée.
- la partie carbonisée (extérieure ou intérieure) des TCP ne s'étend pas à plus de 2,5 m au-dessus du bord inférieur du brûleur.

10.102 Résistance au feu en traversée de cloison

L'essai est applicable aux ECP coupe-feu conçues pour empêcher la propagation du feu en traversée de cloison. L'essai doit être réalisé conformément à l'ISO 834-1 pour des durées de résistance au feu de 60 min, 90 min, 120 min, 180 min ou 240 min.

L'essai doit être réalisé sur un échantillon représentatif d'ECP droit. L'échantillon, y compris tout élément additionnel, doit être monté sur un plancher d'essai et l'espace autour de l'échantillon doit être rempli avec un joint résistant au feu.

Le plancher d'essai doit être réalisé en béton; son épaisseur doit être fonction de la durée de résistance au feu exigée. Le joint résistant au feu doit être conforme aux exigences de sécurité contre le feu des bâtiments.

Tout le montage doit être réalisé en respectant les pratiques de construction des bâtiments et doit être conforme aux instructions du constructeur d'origine.

Un jeu de thermocouples doit être localisé sur le côté non exposé de l'échantillon pour enregistrer les températures de surface de l'enveloppe de l'ECP coupe-feu.

Les différentes cotes suivant la Figure 103 doivent être enregistrées dans le rapport d'essai.

Les critères de performance sont ceux donnés dans l'ISO 834-1.

L'essai avec un plancher d'essai est applicable aux traversées de murs.

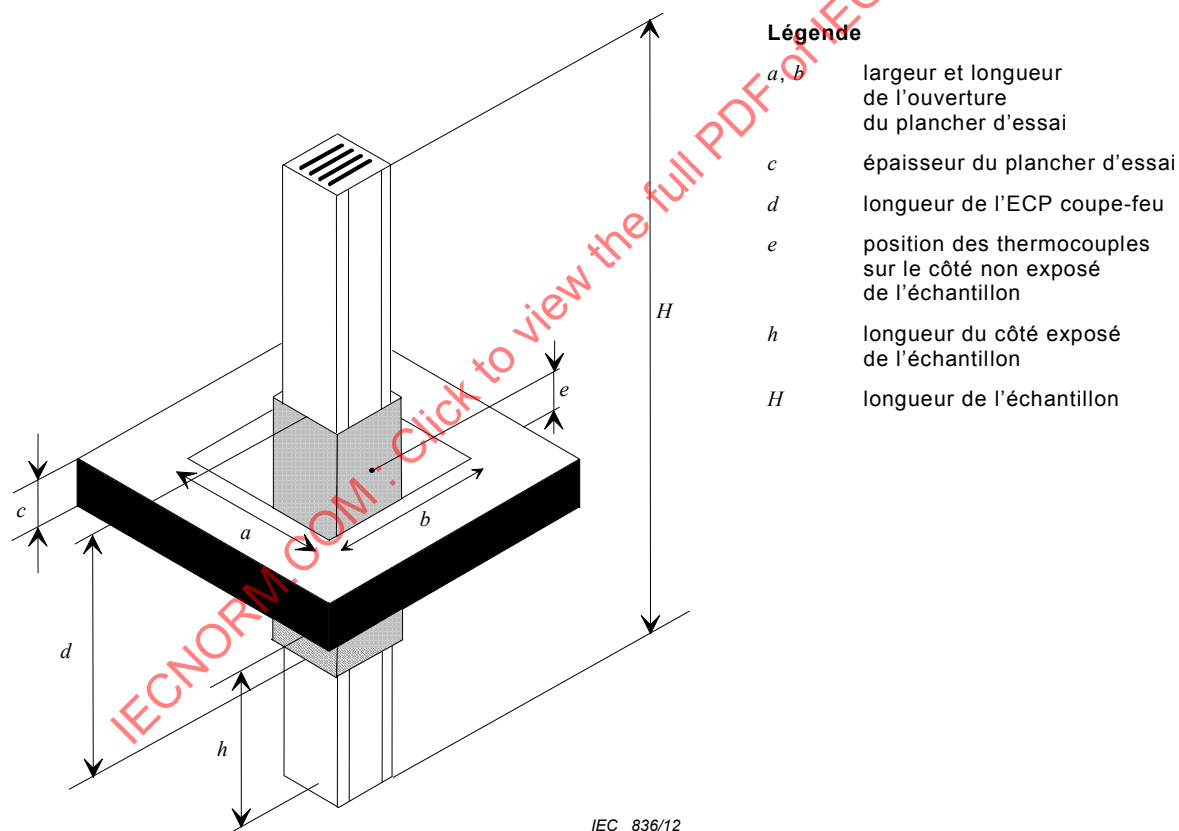


Figure 103 – Montage d'essai pour la vérification du coupe-feu

11 Vérification individuelle de série

L'article de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes.

11.1 Généralités

Remplacement de la deuxième phrase du premier alinéa:

Elle est réalisée sur chaque élément d'un SCP.