

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault

Ensembles d'appareillage à basse tension sous enveloppe – Guide pour l'essai en conditions d'arc dues à un défaut interne

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61641:2014



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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 l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne 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 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault

Ensembles d'appareillage à basse tension sous enveloppe – Guide pour l'essai en conditions d'arc dues à un défaut interne

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 29.130.20

ISBN 978-2-8322-1855-6

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
INTRODUCTION	5
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Classification of low-voltage switchgear and controlgear assemblies	9
4.1 Classification with regard to the protection characteristic	9
4.2 Classification with regard to persons who have access	9
5 ASSEMBLY characteristics	10
6 Requirements and tests for an arc ignition protected zone	10
6.1 Constructional requirements of an arc ignition protected zone	10
6.2 Dielectric test of arc ignition protected zones	11
6.3 IP test of arc ignition protected zones	11
7 Selection of test specimen and validity of tests for similar designs (possibilities for derivation)	11
8 Testing – Arc fault tests	12
8.1 General	12
8.2 Voltage	12
8.3 Current	13
8.4 Frequency	13
8.5 Duration of the test	13
8.6 Test procedure	13
8.6.1 Supply circuit	13
8.6.2 Arc initiation	13
8.6.3 Repetition of the test	15
8.6.4 Indicators (for observing the thermal effects of gases)	15
8.7 Assessment of the test	16
9 Test report	16
Annex A (informative) User guide to arc fault mitigation	19
A.1 General	19
A.2 Arc ignition protected zones	20
A.3 Items for classification	20
A.4 Use of this technical report	21
Annex B (informative) List of notes concerning certain countries	22
Bibliography	23
Figure 1 – Mounting frame for indicators	18
Figure 2 – Examples of installation positions of the indicators	18
Table 1 – Sizes of the copper ignition wire without current-limiting protection device	14
Table 2 – Sizes of the copper ignition wire with current-limiting protection device	14
Table A.1 – Options for classification	20

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ENCLOSED LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR
AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES –****GUIDE FOR TESTING UNDER CONDITIONS
OF ARCING DUE TO INTERNAL FAULT**

FOREWORD

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

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

IEC/TR 61641, which is a technical report, has been prepared by subcommittee SC 121B: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2008. It constitutes a technical revision.

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

- arcing classes to define the different forms of protection provided against arcing faults; (i) personnel protection, (ii) damage restricted to part of the ASSEMBLY, and (iii) ASSEMBLY suitable for limited further service.;
- two levels of personnel protection afforded by ASSEMBLIES under arcing fault conditions; (i) for ASSEMBLIES installed in areas where access to the ASSEMBLY is restricted to skilled persons, and (ii) for ASSEMBLIES installed in areas where the area is accessible to ordinary persons;
- option of individually insulating all live conductors to make the complete ASSEMBLY an arc ignition protected zone (referred to as an ‘arc free zone’ in previous editions of the Technical report);
- arc fault protection front, back and sides of an ASSEMBLY as the normal requirement;
- minimum performance requirements for arc ignition protected zone.

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

Enquiry draft	Report on voting
121B/4/DTR	121B/14/RVC

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

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

The reader’s attention is drawn to the fact that Annex B lists all of the “in-some-country” clauses on differing practices of a less permanent nature relating to the subject of this Technical Report.

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

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

INTRODUCTION

The IEC 61439 series of standards gives rules and requirements for interface characteristics, service conditions, construction, performance and verification of low-voltage switchgear and controlgear assemblies, hereafter called ASSEMBLIES.

The main objective of these standards is to achieve the safe operation of low-voltage switchgear and controlgear assemblies under normal operating conditions as well as under abnormal operating conditions, e.g. occurrence of overvoltages, overload or short-circuit currents. Therefore no characteristics, design and verification requirements are given dealing with the case of an arc fault inside the ASSEMBLY.

Nevertheless the occurrence of an internal arc cannot completely be excluded. On the rare occasions that they do occur, typically internal arc faults result from:

- conducting materials inadvertently left in ASSEMBLIES during manufacture, installation or maintenance;
- faults in materials or workmanship;
- entry of small animals such as mice, snakes, etc.;
- use of an incorrect ASSEMBLY for the application resulting in overheating and subsequently an internal arcing fault;
- inappropriate operating conditions;
- incorrect operation; or,
- lack of maintenance.

The occurrence of arcs inside enclosed ASSEMBLIES is coupled with various physical phenomena. For example, the arc energy resulting from an arc developed in air at atmospheric pressure within the enclosure will cause an internal overpressure and local overheating which will result in mechanical and thermal stressing of the ASSEMBLY. Moreover, the materials involved may produce hot decomposition products, either gases or vapours, which may be discharged to the outside of the enclosure.

Due to the risk of personal injury, damage and loss of energy supply as consequences of arc faults there is a demand for arc fault tested ASSEMBLIES, even though an arc fault in an ASSEMBLY is considered as an unlikely event. The purpose of this technical report is to give guidance on the method of testing of ASSEMBLIES under conditions of arcing in air due to an internal failure.

The ability of an ASSEMBLY to pass tests according to this technical report is only one aspect when assessing the potential risk due to an arc fault within an ASSEMBLY. The skill of personnel having access to the ASSEMBLY, the personal protective equipment (PPE) used, the working procedures applied and the conditions in the location where the ASSEMBLY is installed, are other aspects that need to be taken into account.

The possibility of an arc fault within an ASSEMBLY can be reduced by the addition of suitable solid insulation of all conductors. Such ASSEMBLIES are categorised as arcing class I. This technical report does not provide any indication of performance in the unlikely event of an arcing fault within an arcing class I ASSEMBLY (see 4.1).

General information about arc fault behaviour and possible protective measures from the perspective of the user of an ASSEMBLY is given in IEC/TR 61439-0:2013, C.3 and Annex A of this technical report.

ENCLOSED LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES –

GUIDE FOR TESTING UNDER CONDITIONS OF ARCING DUE TO INTERNAL FAULT

1 Scope

This technical report gives guidance on the method of testing of ASSEMBLIES under conditions of arcing in air due to an internal fault.

The purpose of this test is to assess the ability of the ASSEMBLY to limit the risk of personal injury, damage of ASSEMBLIES and its suitability for further service as a result of an internal arcing fault.

The test procedure given in this technical report applies only:

- to enclosed, floor-standing or wall-mounted low-voltage switchgear and controlgear assemblies according to IEC 61439-2 (power switchgear and controlgear assemblies – PSC ASSEMBLIES);

NOTE This technical report can be used as a reference for arc fault tests of other products, but adaptations of the test procedures and acceptance criteria can apply taking into account the specifics of such other ASSEMBLIES or products.

- to situations when doors and covers of the ASSEMBLY are closed and correctly secured.

When tests under different or more severe conditions are agreed between the user and the manufacturer, this technical report can be used as a guide.

The test procedure given in this technical report takes into consideration:

- the effects of the internal overpressure acting on covers, doors, etc.;
- the thermal effects of the arc or its roots on the enclosures and of ejected hot gases and glowing particles.

The test procedure given in this technical report does not cover:

- other effects which can constitute a risk, such as toxic gases and loud noises;
- conditions during maintenance work, open doors or similar;
- access to the top and bottom of the ASSEMBLY.

This is a voluntary test made at the discretion of the manufacturer.

2 Normative references

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

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
IEC 60529:1989/AMD 1:1999
IEC 60529:1989/AMD 2:2013

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

IEC 61439-2:2011, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61439-2, as well as the following, apply.

3.1

permissible short-circuit current under self-extinguishing arcing conditions

$I_{ps\ arc}$

r.m.s. value of the maximum permissible prospective short circuit current at the incoming terminals of the ASSEMBLY, as declared by the manufacturer, for a given rated operational voltage U_e , for which the ASSEMBLY is able to satisfy the requirements of this technical report by means of a self-extinguishing arc and without the operation of any protection devices

3.2

permissible short-circuit current under arcing conditions

$I_{p\ arc}$

r.m.s. value of the maximum permissible prospective short circuit current at the incoming terminals of the ASSEMBLY, as declared by the manufacturer for a given rated operational voltage U_e , and arc duration (see 3.3) for which the ASSEMBLY is able to satisfy the requirements of this technical report

3.3

permissible arc duration

t_{arc}

value of the maximum arc duration which is not self-extinguishing and which is not limited by any current-limiting device, as declared by the manufacturer, for a given prospective short circuit current and rated operational voltage U_e at the incoming terminals of the ASSEMBLY and for which the requirements of this technical report are satisfied

Note 1 to entry: The value can be different for different parts of the ASSEMBLY.

3.4

permissible conditional short-circuit current under arcing conditions

$I_{pc\ arc}$

r.m.s value of maximum permissible prospective short circuit current at the incoming terminals of the ASSEMBLY, as declared by the manufacturer, for a given rated operational voltage U_e , for a circuit of an ASSEMBLY which satisfies the requirements of this technical report when the circuit is protected by a current-limiting device or by an arcing fault mitigation device with arc current-limiting function

3.5

arc

free burning short-circuit through air arising from a fault between live parts of different potential and/or between live parts and other conductive parts within an ASSEMBLY

3.6

personnel protection under arcing conditions

ability of an ASSEMBLY to limit the risk of personnel injury caused by the mechanical and thermal effects of an internal arcing fault

3.7

ASSEMBLY protection under arcing conditions

ability of an ASSEMBLY to limit the effects of an internal arcing fault inside the ASSEMBLY to an area as defined by the manufacturer

3.8

ASSEMBLY protection under arcing conditions with limited operation

ability of an ASSEMBLY to limit the effects of an internal arcing fault inside the ASSEMBLY to an area as defined by the manufacturer and to allow limited continued operation after such a fault

3.9

arc ignition protected zone

part of a circuit within an ASSEMBLY where specific measures are provided to ensure the initiation of an arcing fault is a remote possibility

Note 1 to entry: Arc ignition protected zones were previously referred to as “arc free zones”.

Note 2 to entry: The concept of an arc ignition protected zone takes into account that insulation is an important means to reduce the probability of an arc ignition and the possibility of an arc propagating within the ASSEMBLY. When adopting the concept of arc ignition protected zones it should be recognized that also within an arc ignition protected zone there is a residual risk of an arc ignition, either due to damage of the insulation itself or due to failure of the insulated conductor or its connections. The quality and reliability of the conductor, its connections and its insulation within an arc ignition protected zone is crucial for the additional arc fault protection offered by the so called arc ignition protected zone.

Note 3 to entry: See 6.1 for constructional requirements of an arc ignition protected zone.

3.10

arc tested zone

part of a circuit or compartment where the ignition of an arc is made and all selected criteria for the assessment of the test(s) are fulfilled

3.11

current-limiting device

device that, within a specified range of current, prevents the let-through current reaching the prospective peak value and which limits the let-through energy (I^2t)

3.12

arcing fault mitigation device

device that operates only in case of an arc fault to reduce the duration of burning

Note 1 to entry: Arc mitigation devices use effects of an arc, e.g. light, gas pressure, harmonics in the current or voltage etc, and possibly the magnitude of the current to detect an arc inside the ASSEMBLY. They can comprise special components for reduction, fast interruption or transfer of the fault current to a bolted short circuit link, and/or they can instantaneously trip an upstream circuit breaker irrespective of its settings.

3.13

arcing fault mitigation device with arc current-limiting function

arcing fault mitigation device with an operation time short enough to prevent the arc current reaching its otherwise attainable peak value

Note 1 to entry: The arc current can be limited by fast interruption of the fault current or by transfer of the fault current to another current path. In the first case the arc current-limiting arc mitigation device acts as a current-limiting device, whereas in the latter case the fault current continues to flow, can increase if the impedance of the new current path is lower (e.g. in the case of a bolted short circuit link) and needs to be interrupted by another protection device.

3.14

access (to an ASSEMBLY)

ability of a person to be in close proximity to an ASSEMBLY with all its doors and covers closed and secured as in normal service and to operate devices such as switches and circuit breakers that have external operating handles, buttons etc.

3.15**restricted access**

access to the location of the ASSEMBLY limited to authorized personnel only

Note 1 to entry: Technical measures to restrict access are, for example, placing the ASSEMBLY in dedicated switch rooms, behind walls, fences or obstacles. Organizational measures are for example; safety instructions or marking of walkways at the appropriate distance.

3.16**unrestricted access**

access to the location of the ASSEMBLY by any person, including ordinary persons, allowed

3.17**duration of test** t_d

time the power supply is applied to the ASSEMBLY under arc fault test conditions

3.18**solid insulation**

suitable non-liquid, non-gaseous, non-conducting material used to insulate conductive parts of the main circuits of an ASSEMBLY that can only be removed by the use of a tool or destruction

3.19**duration of burning** t_b

total burning time of the arc during a single test (comprising in the case of arcs that extinguish and re-strike, the sum of the individual burning durations)

4 Classification of low-voltage switchgear and controlgear assemblies**4.1 Classification with regard to the protection characteristic**

According to their characteristics under arcing conditions ASSEMBLIES can be classified by the manufacturer into:

- Arcing class A – ASSEMBLY providing personnel protection under arcing condition by arc tested zones conforming to arcing conditions in 8.7, criteria 1 to 5, and by arc ignition protected zones, if any;
- Arcing class B – ASSEMBLY providing personnel and ASSEMBLY protection under arcing conditions by arc tested zones conforming to arcing conditions to 8.7, criteria 1 to 6, and by arc ignition protected zones, if any;
- Arcing class C – ASSEMBLY providing personnel and ASSEMBLY protection under arcing conditions by arc tested zones conforming to arcing conditions with limited operation in 8.7, criteria 1 to 7, and by arc ignition protected zones, if any;
- Arcing class I – ASSEMBLY providing a reduced risk of arcing faults solely by means of arc ignition protected zones.

4.2 Classification with regard to persons who have access

Additionally the ASSEMBLY is classified according to the kind of persons who have access to area where the ASSEMBLY is installed, as follows:

- restricted access (default arrangement);
- unrestricted access (special arrangement).

When considering arc fault protection in respect of ASSEMBLIES the first protective measure should be, whenever practical, to locate the ASSEMBLY in an area where access is restricted to authorised personnel only. Unless specifically agreed between the user and the manufacturer, restricted access is applicable.

NOTE 1 Operation of ASSEMBLIES according to IEC 61439-2 by ordinary persons is not intended. Nevertheless they can be accessible to ordinary persons, e.g. when they are placed in a general work floor without any complementary safety measures and/or rules.

NOTE 2 Additionally local safety regulations have to be taken into account and can impose additional and/or more stringent requirements with regard to access, personal protective equipment (PPE) to be used and working procedures to be applied.

5 ASSEMBLY characteristics

For ASSEMBLIES with only arc ignition protected zones:

- Classification of the ASSEMBLY – Arcing class I.

The following characteristics should be declared by the manufacturer as appropriate, if the ASSEMBLY was arc fault tested according to this technical report:

- Rated operational voltage (U_e);
- Classification of the ASSEMBLY (arcing class A, arcing class B or arcing class C);
- For arcing class B and arcing class C ASSEMBLIES the defined areas (e.g. section, sub-section) to which the effects of an internal arcing fault are limited.
 - a) If the arc duration is limited by a non current-limiting device (inside or upstream of the ASSEMBLY) and/or an arc mitigation device which does not limit the arc current, the following additional characteristics should be stated:
 - permissible short circuit current under arcing conditions ($I_{p\ arc}$);
 - permissible arcing duration (t_{arc});

NOTE 1 The permissible current under arcing conditions can be lower than the rated short time withstand current (I_{cw}).

or

- b) If the arc duration and the arc current are limited by a current-limiting protection device (inside or upstream of the ASSEMBLY) and/or an arc current-limiting arc mitigation device:
 - permissible conditional short-circuit current under arcing conditions ($I_{p\ arc}$).

The characteristics and settings of the current-limiting devices (e.g. current rating, breaking capacity, cut-off current, I^2t of current-limiting circuit breakers or fuses), or of the arc current-limiting arc mitigation device, necessary for the protection of the circuit should be stated in the test report.

NOTE 2 The permissible conditional short circuit current under arcing conditions can be lower than the rated conditional short circuit current (I_{cc}).

or

- c) If the arc duration is limited because the design of the ASSEMBLY is such that the arc is self-extinguishing without operation of any protection device (see 8.6.3):
 - permissible short-circuit current under self-extinguishing arcing conditions ($I_{ps\ arc}$).

NOTE 3 Different sets of characteristics a), b) or c) can be stated for different parts of the ASSEMBLY.

6 Requirements and tests for an arc ignition protected zone

6.1 Constructional requirements of an arc ignition protected zone

A part of a circuit within an arc ignition protected zone is considered such a zone if the following conditions are fulfilled:

- all live parts of each main circuit are separately protected by solid insulation or insulating barriers;

- the insulation complies with the electrical, thermal and mechanical requirements as defined in IEC 61439-2;
- the insulating materials and constructional means of the insulation protected zone meet the dielectric test requirements of 6.2;
- the solid insulation provides ingress protection such that foreign bodies cannot make contact with the live conductors in accordance with IP4X of IEC 60529;
- insulating barriers provide protection against contact with live conductors in accordance with IP3XD of IEC 60529.

6.2 Dielectric test of arc ignition protected zones

Representative samples of arc ignition protected zones should be power frequency dielectric tested by the manufacturer by applying a metal foil laid on the outer surface of insulation covering live conductors and over any joints and openings in the insulation.

For this test the test voltage should be equal to 1,5 times the values given in IEC 61439-1:2011, Table 8. The test voltage should be in accordance with IEC 61439-1:2011, 10.9.2.2. The power frequency voltage at the moment of application should not exceed 50 % of the full test value. It should then be progressively increased to the full value for 5^{+2}_0 s. Acceptance criteria are in accordance with IEC 61439-1:2011, 10.9.2.4.

6.3 IP test of arc ignition protected zones

IP4X for solid insulation and IP3XD for insulating barriers should be tested according to IEC 60529.

7 Selection of test specimen and validity of tests for similar designs (possibilities for derivation)

The arc tests should be made on representative ASSEMBLIES. Due to the variety of types, ratings and possible combinations of functional units and components, it is not practicable to make arc tests on all the arrangements. The performance of any particular arrangement can be substantiated by test results of a comparable design. The test should be performed on every representative functional unit in the position deemed most onerous in the ASSEMBLY.

ASSEMBLIES or functional units which are protected by current-limiting devices should be tested with the device having the highest values of the limitation characteristics (I^2t , I_{pk}) at the intended prospective short circuit current and operational voltage.

The validity of the results of a test carried out in a functional unit of a particular design of an ASSEMBLY can be extended to a similar design provided that the original test was equal to or more stressing and this other functional unit can be considered as equal to the tested one in the following aspects:

- dimensions;
- structure and strength of the enclosure;
- architecture of the partitioning;
- performance of the pressure relief device, if any;
- insulation system;
- surface treatment of the inside of the enclosure and internal partitions, e.g. non conducting surface treatment or bare metal.

A test carried out at a particular short circuit current, rated operation voltage and duration covers:

- the same or lower short circuit currents;

- same or lower rated operational voltage, and;
- the same or lower duration.

An ASSEMBLY intended to be used with d.c. should to be tested with d.c.. A substitution with an a.c. test is not recommended because the behaviour of the arc and any associated protective devices differs considerably.

8 Testing – Arc fault tests

8.1 General

The test is carried out on representative samples.

When conducting arcing fault tests:

- a) the test should be carried out on a test specimen not previously subjected to an arcing test or on a refurbished test specimen as appropriate. The specimen and the equipment in it can be repaired or replaced before each test;

NOTE Degradation of insulation due to carbonization or moderate erosion of metal parts is not necessarily considered to render a unit unsuitable for a further test.

- b) the mounting conditions should be as close as possible to those of normal service. A mock-up of any room in which the ASSEMBLY could be installed is in general not necessary;
- c) the doors and covers are closed and correctly secured as prescribed by the manufacturer;
- d) the test specimen should be fully equipped and complete with arc ignition protected zones, if any. Mock-ups of internal components (excluding arc ignition protected zones) are permitted provided that:
 - 1) they have the same volume and shape, and a similar external material as the original items;
 - 2) any metallic external material is earthed in a similar manner to normal service;
 - 3) the main circuit of that functional unit should be replicated by representative conductors which are energized;
- e) any outgoing cables normally associated with the functional unit under test should be installed as in service with any cable glands or similar equipment. In addition any cables on adjacent functional units that could influence the results of the tests should be installed;
- f) all switching devices are switched on and removable and withdrawable parts are connected to the supply circuit. All other equipment which can be mounted on the enclosure, for example, switching control devices, measuring instruments, and monitoring devices should be installed as in normal service;
- g) if the ASSEMBLY contains an arc mitigation device, then this device is allowed to operate, as specified by the manufacturer;
- h) the assigned measures for protection against electric shock should be effective (see IEC 61439-2:2011, 8.4);
- i) the arcing test is carried out as a single-phase or three-phase test according to the service conditions.

Where tests on an ASSEMBLY have been conducted in accordance with a previous edition of IEC/TR 61641, and the test results fulfil the requirements of this technical report, the tests do not need to be repeated. By agreement between user and manufacturer tests to earlier editions of this Technical Report remain valid.

8.2 Voltage

The applied voltage to the test circuit is $(105 \pm 5) \%$ of the rated operational voltage U_e of the ASSEMBLY.

8.3 Current

For the tests, the value of the prospective short-circuit current at a test voltage equal to 1,05 times the rated operational voltage should be determined from a calibration oscillogram which is taken with the supply conductors to the ASSEMBLY short-circuited by a connection of negligible impedance placed as near as possible to the input supply of the ASSEMBLY. The oscillogram should show that there is a constant flow of current such that it is measurable for the specified test duration. The value of current during the calibration is the average of the r.m.s. values of the a.c. component in all phases. The calibration current in each phase should be equal to the permissible short-circuit current within a tolerance of ${}^{+5}_{0}\%$ and the power factor should be within a tolerance of ${}^{+0,00}_{-0,05}$.

For the relationship between peak value and r.m.s. value of short-circuit currents, see IEC 61439-1:2011, Table 7.

The impedance used to adjust the test supply is the same used during the test.

8.4 Frequency

All tests with a.c. current should be made at the rated frequency of the ASSEMBLY with a tolerance of $\pm 25\%$.

NOTE Tests executed on 50 Hz are deemed to cover applications for 60 Hz and vice versa.

8.5 Duration of the test

The power supply should be applied to the ASSEMBLY under test for a duration as given by the manufacturer and should be applied for at least 0,1 s. Normally the duration of test will be between 0,1 s and 0,5 s and is chosen according to the time response of the electrical protection devices.

NOTE When high voltage protection equipment is relied upon to isolate a fault the permissible arc duration of the incoming switching device in general will be 0,3 s to allow for the operation of the equipment.

In the case of a circuit protected by a non current-limiting device the voltage should be applied for the specified duration of the test. Where the circuit is protected by a current-limiting device the voltage should be applied for at least 0,2 s.

8.6 Test procedure

8.6.1 Supply circuit

The test sample is connected and supplied corresponding to the normal service arrangement. This includes the connection of PE, N and PEN conductors, which are connected directly to the neutral point of the test current source. If the supply can be fed from more than one direction, the direction of feed to be chosen is that one likely to result in the highest stress(es).

8.6.2 Arc initiation

The point of initiation should be chosen so that the effects of the resultant arc produce the highest stresses in the ASSEMBLY.

When determining the position of arc ignition the following points along the main circuit should be considered, as applicable:

- load side of the outgoing functional unit,
- supply side of the outgoing functional unit and any associated arc ignition protected zone,
- along the distribution busbar,

- d) along the main busbar,
- e) load side of the incoming functional unit,
- f) supply side of the incoming functional unit.

The arc should not be initiated at an arc ignition protected zone. The arc is initiated by connecting a bare or plated copper wire between all phases, or phase and neutral in the case of a single phase circuit. A connection to earth is not required. The ignition wire should be as short as practical.

The ignition wire should be connected to accessible bare live parts of conductors or terminals. Solid insulating material on conductors should not to be destroyed, removed or punctured when the ignition wire is connected.

NOTE When the IP4X probe is able to touch live parts the insulation in the form of removable covers or wrapped application can be removed from live parts for convenience to aid the fitting the ignition wire however this insulation is replaced in the original condition before the test is conducted.

For applications where the prospective short circuit current is not restricted by means of current-limiting protection, but it may or may not be influenced by an arc mitigation device (including arc current-limiting arc mitigation devices) the size of the copper ignition wire used should be as given in Table 1.

Table 1 – Sizes of the copper ignition wire without current-limiting protection device

Prospective test current I (rms value)	Wire size
kA	mm ²
$I \leq 25$	0,75
$25 < I \leq 40$	1,0
$I > 40$	1,5

If the arc current is influenced by a current-limiting protection device, then, in order that melting of the wire can be expected before the current-limiting device operates, the size of the ignition wire used should initially be as given in Table 2.

Table 2 – Sizes of the copper ignition wire with current-limiting protection device

Let-through current I	Wire size
kA	mm ²
$I \leq 10$	0,2
$10 < I \leq 30$	0,5
$30 < I \leq 50$	0,8
$50 < I \leq 70$	0,9
$70 < I \leq 90$	1,1

If the ignition wire is selected according to Table 2 and the arc extinguishes before the current-limiting device operates; the test is deemed invalid and should be repeated on the same or a new sample at the manufacturer's discretion, with a next size of larger ignition wire as given in Table 2. Should the arc again extinguish before the current-limiting protection operates; the results of the second test are deemed valid.

Alternatively, if in the initial test the current-limiting device operates before the ignition wire melts, the test would also be deemed invalid and should be repeated on the same or a new sample at the manufacturer's discretion, with the next size of smaller ignition wire as given in Table 2. In the event that the current-limiting device operates prior to the melting of the smaller ignition wire, the results of the second test with the smaller ignition wire are considered valid.

8.6.3 Repetition of the test

If during the test, without a current-limiting or arc mitigation device, the arc extinguishes within the first half of the full intended test duration without being ignited again, the test is repeated using the same ignition point as used in the first test. A further repetition is not required.

8.6.4 Indicators (for observing the thermal effects of gases)

8.6.4.1 General

The indicators are made from 100 % black cotton fabric that has been stored in a suitably dry storage area. The type of cotton to be used for tests on ASSEMBLIES that are to be installed in the different access areas should be as follows:

- a) restricted access (authorized personnel): cretonne with a mass of $150 \text{ g/m}^2 \pm 20 \%$;
- b) unrestricted access (ordinary persons): interlining lawn with a mass of $40 \text{ g/m}^2 \pm 20 \%$.

NOTE Black cretonne (Cotton fabric approximately 150 g/m^2) is considered to represent workman's clothes whereas cotton interlining lawn (approximately 40 g/m^2) is considered to represent light summer wear of ordinary persons.

The indicators can be used for multiple tests at the discretion of the test laboratory providing there is no evidence of thermal discolouration or deterioration of the indicator material.

Care should be taken in mounting the indicators to ensure that they do not ignite each other. This can be achieved by fitting them, for example, in a mounting frame of steel sheets (see Figure 1). The indicator dimensions should be about $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$.

8.6.4.2 Fitting of the indicators

Unless otherwise agreed between the user and the manufacturer the indicators should be placed vertically in a plane parallel to each face of the ASSEMBLY, from the floor up to a height of $2 \text{ m} \pm 50 \text{ mm}$ and at a distance $(300 \pm 30) \text{ mm}$ from the face. They should be evenly distributed, arranged in a checkerboard pattern, covering 40 % to 50 % of the area under evaluation. The length of the mounting rack for the indicators should be such that indicators are located 300 mm further than the face of the complete ASSEMBLY in both directions. This is to take into account the possibility of hot gases escaping at angles of up to 45° from the surface under test. The indicators are to be arranged in such a manner that their cut edges do not point towards the test unit.

In instances where, with certainty, there will be no arcing at a location in the ASSEMBLY, the indicators can be omitted from that area of the ASSEMBLY.

In all cases the distance from the indicators fitted vertically to the ASSEMBLY is measured from the surface of the enclosure, disregarding protruding elements (e.g., handles or frame of apparatus). If the surface of the ASSEMBLY is not regular, the indicators should be placed to simulate as realistically as possible the position that a person usually can adopt in front of the equipment.

NOTE Examples of installation positions of the indicators are shown in Figure 2.

Video recordings can be used to determine when and how the indicator commenced burning as appropriate.

8.7 Assessment of the test

The following criteria are used to assess the characteristics under arcing conditions as detailed in Clause 4.

Personnel protection is achieved when the following criteria 1 to 5 are fulfilled:

- 1) Correctly secured doors and covers do not open and remain effectively in place and provide a minimum level of protection in accordance with the requirements of IP1X of IEC 60529. Deformations are accepted. Some breakage of a limited number of fastenings and hinges is acceptable. The ASSEMBLY does not need to comply with its IP code after the test;

NOTE 1 The objective of criterion 1 is to minimize the risk of severe injury to persons by impact from doors, covers etc. and ensure a minimum level of protection of persons against accidental contact with hazardous live parts.

- 2) No parts of the ASSEMBLY are ejected which have a mass of more than 60 g except those which are dislodged and fall between the ASSEMBLY and the indicators;

NOTE 2 The objective of this criterion is to minimize the risk of severe injury to persons by impact of ejected parts.

- 3) Arcing does not cause holes to develop in the external parts of the enclosure below 2 m, at the sides declared to be accessible as a result of burning;

NOTE 3 The objective of this criterion is to minimize the risk of severe injury to persons by direct burning from the arc.

- 4) The indicators do not ignite (indicators ignited as a result of paint or stickers burning are excluded from this assessment);
- 5) The protective circuit for accessible part of the enclosure is still effective in accordance with IEC 61439-2.

Personnel and ASSEMBLY protection is achieved when criteria 1 to 6 are fulfilled:

- 6) The ASSEMBLY is capable of confining the arc to the defined area where it was initiated, and there is no propagation of the arc to other areas within the ASSEMBLY. Effects of hot gases and sooting to adjacent units other than the unit under test are acceptable, as long as only cleaning is necessary.

Personnel and ASSEMBLY protection with limited operation capability is achieved when criteria 1 to 7 are fulfilled:

- 7) After clearing of the fault or after isolation or disassembly of the affected functional units in the defined area, emergency operation of the remaining ASSEMBLY is possible. This is verified by a dielectric test according to IEC 61439-2:2011, 10.9.2, but with a test voltage of 1,5 times the rated operational voltage for 1 min. Bending or bowing of doors and covers of the unit under test and adjacent units is acceptable providing it can be readily restored to a minimum level of protection in accordance with IPXXB of IEC 60529. With the exception of the tested zone as declared by the manufacturer, all other units should remain fully operable both mechanically and electrically and are essentially in the same condition as before the test.

9 Test report

The following information is to be given in the arc fault test report.

- All ASSEMBLY characteristics under arcing conditions as specified in Clause 5 which are verified by the test(s);

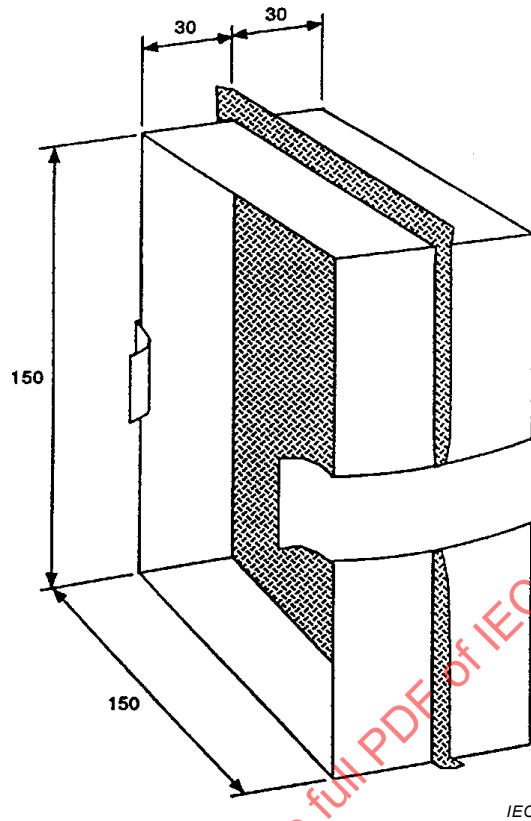
This information should also be completely contained in any abridged version of the test report.

- Other relevant ratings and description of the tested ASSEMBLY with drawings showing the main dimensions, details relevant to the mechanical strength, the arrangement of the

pressure relief flaps (if any), details of arc ignition protected zones (including locations and boundaries, manufacturer's verifications and/or declarations), and the method of fixing the ASSEMBLY as in service to the floor and the walls as appropriate;

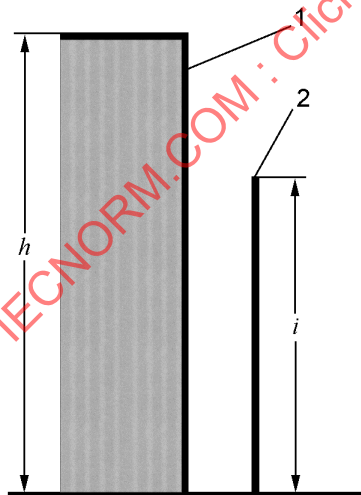
- Types, data, settings and arrangement of any current-limiting device and/or arc mitigation device intended to operate during the test, including the type and location of any arc sensor (if any);
- The operation of any arc mitigation device fitted and made operational for any of the tests;
- Arrangement of the test connections and the point(s) of initiation of the arc(s);
- Arrangement and material of the indicators;
- For the prospective values:
 - a) r.m.s. value of the a.c. current component during the first three half-cycles, or d.c. test current;
 - b) highest peak value of current, as applicable;
 - c) r.m.s. applied voltage or d.c. test voltage;
 - d) average value of the current over the actual duration of the prospective current calibration;
- Actual test results:
 - e) average value of the current over the actual duration of burning in the test;
 - f) highest peak value of current;
 - g) duration of the test (t_d);
 - h) Joule integral;
 - i) total actual burning duration of the arc (t_b);
- Oscillograms showing currents and voltages;
- Assessment of the test results for personal protection against each of the criteria 1 to 5 (see 8.7);
- Assessment of the test results for ASSEMBLY protection against criterion 6 and where applicable, criterion 7 (see 8.7);

Dimensions in mm



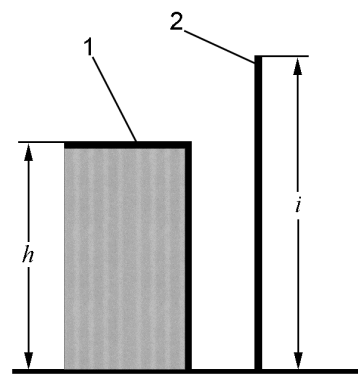
NOTE Exposed edges of the indicator material can be taped or covered.

Figure 1 – Mounting frame for indicators



IEC

Figure 2a – Position of the indicator for $h > 2$ m



IEC

Figure 2b – Position of the indicator for $h \leq 2$ m

Key

- | | | | |
|-----|------------------------|-----|-------------------------|
| 1 | ASSEMBLY | 2 | Indicator |
| h | height of the ASSEMBLY | i | height of the indicator |

Figure 2 – Examples of installation positions of the indicators

Annex A (informative)

User guide to arc fault mitigation

A.1 General

Arc fault mitigation is not dealt with in the IEC 61439 series. Under normal circumstances in an ASSEMBLY designed and verified to the standard and engineered correctly to suit the application requirements, an internal arc fault is a remote possibility.

Arc faults generally occur due to:

- foreign bodies such as tools and material being introduced and not removed during maintenance or modification work;
- foreign bodies such as small animals;
- incorrectly selected short-circuit protective devices or settings;
- application of loads higher than the equipment is designed for;
- substitution with incorrect components;
- loose joints;
- operation outside normal conditions, e.g. presence of moisture, water and other liquids;
- failure of components, etc.

Most of these causes are avoidable by ensuring that the ASSEMBLY is engineered to suit the application requirements. It is also essential that good maintenance and working practices are employed.

Considerations for the user before specifying an ASSEMBLY which is tested according to this technical report:

- Are there reasons for an increased risk of an internal fault in the specific application?
- Limit the prospective danger of energy release. Is the short circuit protection of the ASSEMBLY fast enough to reduce the energy released by the arc to an acceptable value?
- Can the ASSEMBLY be specified and configured so it is not necessary to do maintenance or repair work when the equipment is energized?
- Does site risk assessment require additional protection of personnel in the event of an internal arcing fault within an ASSEMBLY?
- Is it economically desirable to minimise the time to restore supplies in the event of an arcing fault within an ASSEMBLY?

User considerations to supplement the use of an arc fault tested ASSEMBLY:

- Limit the number of persons that can be exposed to an arc fault by accommodating the ASSEMBLY in a restricted area. Measures to restrict access can include, placing the ASSEMBLY in dedicated switch rooms, behind walls, fences or obstacles, use of safety instructions or marking of walkways at the appropriate distance. If only authorized personnel have access to the ASSEMBLY then the risk of incorrect operation and mishandling is minimised.
- Define and implement safe working procedures including the use of appropriate working clothes and PPE (if necessary).
- Service conditions.

If verification of an ASSEMBLY'S performance under arcing fault conditions is required, guidance for testing is provided in this technical report. It should be recognised that any tests

conducted can only be indicative and will not cover all eventualities. In addition, the ASSEMBLY's internal arc fault performance when covers or doors are open is not covered by this technical report.

NOTE Consideration for the use of personal protective equipment (PPE) by the user: The European Standard EN 50110 (series) and derived national standards regarding safe working practices give instructions for the use of personal protective equipment while operating or doing maintenance on an ASSEMBLY.

The tests are performed on a representative sample under specified conditions that are applicable to the ASSEMBLY.

A.2 Arc ignition protected zones

An arc ignition protected zone as declared by the manufacturer is a zone where all live conductors are insulated separately such that a foreign conductive body (for example a piece of wire) with:

- a) a diameter of at least 2,5 mm, and
- b) a diameter of 1,0 mm but not exceeding 100 mm in length

cannot touch a live part and initiate an arc. The insulation strength is also sufficient to prevent an arc ignition by conductive parts or conductive gases in combination with short time overvoltages.

A.3 Items for classification

Either the user can specify his demands on the three items for classification or the manufacturer can specify the capability of the design.

The various options are shown in Table A.1.

Table A.1 – Options for classification

Classification item	Classifications	Comments
ASSEMBLY which is tested according to this technical report	Arcing class A: personnel protection. (Criteria 1 to 5)	Where there is an agreement between the user and the manufacturer less or different criteria may apply.
	Arcing class B: personnel protection plus arcing restricted to a defined area within the ASSEMBLY. (Criteria 1 to 6)	
	Arcing class C: personnel protection plus arcing restricted to a defined area within the ASSEMBLY. Limited operation after the fault is possible. (Criteria 1 to 7)	
	Arcing class I: ASSEMBLY providing protection by means of arc ignition protected zones.	
Access	Restricted (default)	Authorized persons only have access to the ASSEMBLY.
	Unrestricted	The ASSEMBLY can be placed in a location accessible to everyone including ordinary persons
Criteria are defined in 8.7.		

A.4 Use of this technical report

Primarily this technical report is developed as a guide for testing of ASSEMBLIES under arc fault conditions. It provides opportunities for variations by agreement between the user and the manufacturer; in which case these agreements should be clearly identified in the test documentation. The interpretation of the test report requires technical competence by the user on internal arc fault testing.

For manufacturers that want to verify the safety of their design under conditions of internal arcing as a general specification and therefore do not have a user to negotiate an agreement regarding the test and test report, it is recommended to follow the complete guide as a reference.

Since tests can only be indicative and will not necessarily cover all eventualities the tested arrangement should be documented clearly and unambiguously.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61641:2014

Annex B
(informative)

List of notes concerning certain countries

Clause	Text
1	Add the following note after the last paragraph: NOTE 2 The recommendations of this report are not acceptable in the USA, nor in Canada, nor in the United Kingdom.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61641:2014

Bibliography

IEC/TR 61439-0:2013, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 0: Guidance to specifying assemblies*

EN 50110 (all parts), *Operation of electrical installations*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61641:2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	25
INTRODUCTION.....	27
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	29
4 Classification des ensembles d'appareillage à basse tension sous enveloppe	31
4.1 Classification par rapport à la caractéristique de la protection.....	31
4.2 Classification par rapport à l'accès aux personnes.....	32
5 Caractéristiques de L'ENSEMBLE	32
6 Exigences et essais pour une zone protégée à la création d'arcs	33
6.1 Exigences constructionnelles d'une zone protégée à la création d'arcs	33
6.2 Essai diélectrique des zones protégées à la création d'arcs.....	33
6.3 Essai IP des zones protégées à la création d'arcs	33
7 Sélection de l'échantillon d'essai et validité des essais pour d'autres conceptions similaires (possibilités de dérivation)	33
8 Essais – Essais de défaut d'arc	34
8.1 Généralités	34
8.2 Tension.....	35
8.3 Courant.....	35
8.4 Fréquence	35
8.5 Durée de l'essai	36
8.6 Procédure d'essai	36
8.6.1 Circuit d'alimentation	36
8.6.2 Amorçage de l'arc.....	36
8.6.3 Répétition de l'essai	37
8.6.4 Indicateurs (pour l'observation des effets thermiques des gaz)	37
8.7 Evaluation de l'essai	38
9 Rapport d'essai	39
Annexe A (informative) Guide de l'utilisateur pour la limitation des défauts d'arc	42
A.1 Généralités	42
A.2 Zones protégées à la création d'arcs	43
A.3 Éléments pour classification.....	43
A.4 Utilisation de ce rapport technique	44
Annexe B (informative) Liste de notes sur certains pays	45
Bibliographie.....	46
Figure 1 – Support de montage pour les indicateurs	40
Figure 2 – Exemples de dispositions d'installation des indicateurs	41
Tableau 1 – Tailles du fil de cuivre d'allumage sans dispositif de protection limiteur de courant	37
Tableau 2 – Tailles du fil de cuivre d'allumage avec dispositif de protection limiteur de courant	37
Tableau A.1 – Options pour la classification.....	44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ENSEMBLES D'APPAREILLAGE À BASSE
TENSION SOUS ENVELOPPE –****GUIDE POUR L'ESSAI EN CONDITIONS D'ARC
DUES À UN DÉFAUT INTERNE**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de l'IEC est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

L'IEC/TR 61641, qui est un rapport technique, a été établie par le sous-comité SC 121B: Ensembles d'appareillages à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition publiée en 2008. Cette édition constitue une révision technique.

Cette troisième édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- les classes d'arc pour définir les différentes formes de protection fournies contre les défauts d'arc; (i) protection individuelle, (ii) dommage limité à une partie de l'ENSEMBLE et (iii) ENSEMBLE adapté à un service postérieur au défaut limité;
- deux niveaux de protection individuelle offerts par les ENSEMBLES dans des conditions de défaut d'arc; (i) pour les ENSEMBLES installés dans des zones où l'accès à l'ENSEMBLE est limité aux personnes formées et (ii) pour les ENSEMBLES installés dans des zones où l'accès est possible pour les personnes ordinaires;
- l'option d'isolation individuelle de tous les conducteurs sous tension afin de faire de l'ENSEMBLE complet une zone protégée à la création d'arc de défaut (désignée comme une "zone exempte d'arc" dans les éditions précédentes du rapport technique);
- la protection contre le défaut d'arc à l'avant, à l'arrière et sur les côtés d'un ENSEMBLE comme exigence normale;
- les exigences de performances minimales pour la zone à probabilité marginale de création d'arc.

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

Projet d'enquête	Rapport de vote
121B/4/DTR	121B/14/RVC

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

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

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'Annexe B énumère tous les articles traitant des différences à caractère moins permanent inhérentes à certains pays, concernant le sujet du présent rapport technique.

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 l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

La série de normes IEC 61439 donne les règles et les exigences pour les caractéristiques d'interface, les conditions d'emploi, la construction, les performances et la vérification des ensembles d'appareillage à basse tension, ci-après appelés ENSEMBLES.

Le principal objectif de ces normes est d'atteindre une exploitation sûre des ensembles d'appareillage à basse tension dans des conditions d'exploitation normales et anormales, par exemple en cas de surtensions, de surcharges ou de courants de courts-circuits. Aucune exigence de caractéristique, de conception et de vérification n'est donc donnée pour le cas d'un défaut d'arc à l'intérieur de L'ENSEMBLE.

Un arc interne ne peut toutefois pas être complètement exclu. Dans les rares cas où ils se produisent, les défauts d'arc internes sont généralement dus aux causes suivantes:

- matériaux conducteurs accidentellement laissés dans les ENSEMBLES lors de la fabrication, de l'installation ou de la maintenance;
- défauts de matériau ou de qualification du personnel;
- entrée de petits animaux, par exemple des souris, des serpents, etc.;
- utilisation d'un ENSEMBLE incorrect pour l'application, qui provoque une surchauffe, et à terme un défaut d'arc interne;
- conditions anormales d'emploi;
- exploitation incorrecte; ou
- manque de maintenance.

La présence d'un arc à l'intérieur d'ENSEMBLES engendre divers phénomènes physiques. Par exemple, l'énergie d'arc résultant d'un arc développé dans l'air à la pression atmosphérique à l'intérieur de l'enveloppe causera une surpression interne et une surchauffe locale qui provoqueront des contraintes mécaniques et thermiques dans l'ENSEMBLE. De plus, les matériaux concernés peuvent générer des produits de décomposition à chaud, soit sous forme gazeuse, soit sous forme de vapeurs, qui peuvent s'échapper à l'extérieur de l'enveloppe.

A cause du risque de blessure aux personnes, de dommages et de perte d'alimentation suite à des défauts d'arc, il existe une demande pour des ENSEMBLES soumis à des essais contre les défauts d'arc, bien que l'on considère qu'un défaut d'arc dans un ENSEMBLE soit peu probable. Le but de ce rapport technique est de donner des lignes directrices sur les méthodes d'essai des ENSEMBLES en conditions d'arc dues à un défaut interne se développant dans l'air.

La capacité d'un ENSEMBLE à réussir les essais conformément à ce rapport technique n'est qu'un aspect de l'évaluation du risque potentiel lié à un défaut d'arc dans un ENSEMBLE. Les compétences du personnel qui a accès à l'ENSEMBLE, les équipements de protection individuelle (EPI) utilisés, les procédures de travail appliquées et les conditions à l'endroit où l'ENSEMBLE est installé sont d'autres aspects à prendre en compte.

La possibilité d'un défaut d'arc dans un ENSEMBLE peut être réduite via l'ajout d'une isolation solide adaptée de tous les conducteurs. Ces ENSEMBLES sont classés dans la classe d'arc I. Ce rapport technique ne fournit aucune indication de performances dans le cas peu probable d'un défaut d'arc dans un ENSEMBLE de classe d'arc I (voir 4.1).

Des informations générales sur le comportement du défaut d'arc et des mesures possibles de protection du point de vue de l'utilisateur d'un ENSEMBLE sont fournies dans l'IEC/TR 61439-0:2013, C.3, ainsi qu'à l'Annexe A du présent rapport technique.

ENSEMBLES D'APPAREILLAGE À BASSE TENSION SOUS ENVELOPPE –

GUIDE POUR L'ESSAI EN CONDITIONS D'ARC DUES À UN DÉFAUT INTERNE

1 Domaine d'application

Ce rapport technique donne des lignes directrices sur les méthodes d'essai des ENSEMBLES d'appareillage en conditions d'arc dus à un défaut interne se développant dans l'air.

Le but de cet essai est d'évaluer l'aptitude de l'ENSEMBLE à limiter le risque de blessure corporelle et les dommages aux ENSEMBLES, ainsi que l'adaptabilité au service consécutif et postérieur à un arc dû à un défaut interne.

La procédure d'essai fournie dans le présent rapport technique s'applique uniquement:

- aux ensembles d'appareillage à basse tension fermés posés sur le sol ou fixés au mur conformes à l'IEC 61439-2 (Ensembles d'appareillage de puissance – ENSEMBLES EAP);

NOTE Ce rapport technique peut être utilisé comme référence pour les essais de défaut d'arc d'autres produits, mais des adaptations des procédures d'essai et des critères d'acceptation peuvent s'appliquer en prenant en considération les spécificités de ces autres ENSEMBLES ou produits.

- si les portes et les panneaux de l'ENSEMBLE sont fermés et bien fixés.

Lorsque des essais dans des conditions différentes ou plus sévères font l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur, ce rapport technique peut servir de guide.

La procédure d'essai fournie dans ce rapport technique prend en compte:

- les effets de la surpression interne sur les panneaux, les portes, etc.;
- les effets thermiques de l'arc ou de ses racines sur les enveloppes, ainsi que ceux des gaz chauds et des particules incandescentes.

La procédure d'essai fournie dans ce rapport technique ne couvre pas les éléments suivants:

- d'autres effets qui peuvent constituer un risque, comme les gaz toxiques et les bruits forts;
- les conditions lors d'un travail de maintenance, l'ouverture de portes ou autres;
- l'accès au haut et au bas de l'ENSEMBLE.

Il s'agit d'un essai volontaire fait à la discrétion du constructeur.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60529:1989/AMD 1:1999

IEC 60529:1989/AMD 2:2013

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

IEC 61439-2:2011, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 2: Ensembles d'appareillage de puissance*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de ce document, les termes et les définitions donnés dans l'IEC 61439-2, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

courant de court-circuit admissible en conditions d'arc auto-extinguible

$I_{ps\ arc}$

valeur efficace du courant de court-circuit présumé autorisé maximal aux bornes d'entrée de l'ENSEMBLE, comme déclarée par le constructeur, pour une tension assignée d'emploi donnée U_e , pour laquelle l'ENSEMBLE peut satisfaire aux exigences de ce rapport technique par le biais d'un arc auto-extinguible et sans l'exploitation de dispositifs de protection

3.2

courant de court-circuit admissible dans des conditions d'arc

$I_{p\ arc}$

valeur efficace du courant de court-circuit présumé autorisé maximal aux bornes d'entrée de l'ENSEMBLE, comme déclaré par le constructeur, pour une tension assignée d'emploi donnée U_e et une durée d'arc (voir 3.3) pour laquelle l'ENSEMBLE est capable de satisfaire aux exigences de ce rapport technique

3.3

durée d'arc admissible

t_{arc}

valeur de la durée maximale d'arc qui n'est pas auto-extinguible et qui n'est limitée par aucun dispositif de limitation de courant, comme déclaré par le constructeur, pour un courant de court-circuit présumé et une tension assignée d'emploi U_e donnés aux bornes d'entrée de l'ENSEMBLE et pour laquelle les exigences de ce rapport technique sont satisfaites

Note 1 à l'article: La valeur peut être différente pour différentes parties de l'ENSEMBLE.

3.4

courant de court-circuit conditionnel admissible dans des conditions d'arc

$I_{pc\ arc}$

valeur efficace du courant de court-circuit présumé autorisé maximal aux bornes d'entrée de l'ENSEMBLE, comme déclaré par le constructeur, pour une tension assignée d'emploi donnée U_e , pour un circuit d'un ENSEMBLE qui satisfait aux exigences de ce rapport technique quand le circuit est protégé par un dispositif de limitation du courant ou par un dispositif de limitation de défaut d'arc avec une fonction de limitation du courant d'arc

3.5

arc

court-circuit qui brûle en toute liberté dans l'air, se produisant du fait d'un défaut entre des parties actives de potentiels différents et/ou entre des parties actives et d'autres parties conductrices à l'intérieur de l'ENSEMBLE

3.6

protection individuelle dans des conditions d'arc

aptitude d'un ENSEMBLE à limiter le risque de dommage corporel causé par les effets mécaniques et thermiques d'un arc dû à un défaut interne

3.7

protection de l'ENSEMBLE dans des conditions d'arc

aptitude d'un ENSEMBLE à limiter les effets d'un arc à l'intérieur de l'ENSEMBLE à une zone définie par le constructeur

3.8

protection de l'ENSEMBLE dans des conditions d'arc avec exploitation limitée

aptitude d'un ENSEMBLE à limiter les effets d'un arc à l'intérieur de l'ENSEMBLE à une zone définie par le constructeur pour permettre une exploitation continue limitée après un tel défaut

3.9

zone protégée à la création d'arc

la partie d'un circuit dans un ENSEMBLE où des mesures spécifiques sont prises pour garantir que la naissance d'un arc du à un défaut interne a une probabilité négligeable

Note 1 à l'article: Les zones protégées à la création d'arc étaient précédemment appelées "zones exemptes d'arc".

Note 2 à l'article: Le concept de zone protégée à la création d'arc prend en compte le fait que l'isolation est une manière importante de réduire la probabilité de survenue d'un arc et la propagation d'un arc dans l'ENSEMBLE. Lors de l'adoption du concept de zones protégées à la création d'arc, il convient de reconnaître que, même dans une zone protégée à la création d'arc, il existe un risque résiduel de survenue d'un arc, par suite d'un dommage à l'isolation elle-même ou à cause d'un défaut du conducteur isolé ou d'un de ses raccordements. La qualité et la fiabilité du conducteur, de ses raccordements et de son isolation dans une zone protégée à la création d'arc sont cruciales pour la protection supplémentaire contre les défauts d'arc offerte par la zone protégée à la création d'arcs.

Note 3 à l'article: Voir 6.1 pour les exigences de construction d'une zone protégée à la création d'arcs.

3.10

zone sous essai d'arc

partie d'un circuit ou compartiment où un arc a été généré et où tous les critères sélectionnés pour l'évaluation d'un ou de plusieurs essais sont satisfaits

3.11

dispositif de limitation du courant

dispositif qui, dans un domaine de courant spécifié, empêche le courant coupé limité d'atteindre sa valeur crête présumée, et qui limite l'énergie coupée limitée (I^2t)

3.12

dispositif de limitation du défaut d'arc

dispositif qui ne fonctionne qu'en cas de défaut d'arc pour réduire la durée de la combustion

Note 1 à l'article: Les dispositifs de limitation du défaut d'arc utilisent les effets d'un arc, par exemple la lumière, la pression des gaz, les harmoniques du courant ou de la tension, etc., ainsi que, éventuellement, l'amplitude du courant pour détecter un arc dans l'ENSEMBLE. Ils peuvent comporter des composants spéciaux pour la réduction, l'interruption rapide ou le transfert du courant de défaut vers un circuit de court-circuit boulonné et/ou ils peuvent provoquer le déclenchement instantané d'un disjoncteur amont, quels que soient ses réglages.

3.13

dispositif de limitation du défaut d'arc avec fonction de limitation du courant d'arc

dispositif de limitation du défaut d'arc avec un temps de réponse suffisamment court pour empêcher le courant d'arc d'atteindre sa valeur crête

Note 1 à l'article: Le courant d'arc peut être limité par une interruption rapide du courant de défaut ou par le transfert du courant de défaut vers un autre circuit. Dans le premier cas, le dispositif de limitation de défaut d'arc avec fonction de limitation de courant d'arc agit en tant que dispositif de limitation de courant; par contre, dans le deuxième cas, le courant de défaut continue à circuler, peut même augmenter si l'impédance du nouveau circuit du courant est plus basse (par exemple, dans le cas d'un circuit de court-circuit boulonné), et doit être interrompu par un autre dispositif de protection.

3.14

accès (à un ENSEMBLE)

capacité d'une personne à être à proximité immédiate d'un ENSEMBLE avec l'ensemble de ses portes et de ses panneaux fermés et sécurisés comme en service normal, et à exploiter les

dispositifs tels que les interrupteurs et les disjoncteurs qui disposent de boutons, de poignées, etc., externes

3.15

accès limité

accès à l'emplacement de l'ENSEMBLE réservé aux personnes autorisées

Note 1 à l'article: Des mesures techniques possibles pour limiter l'accès sont, par exemple, le fait de placer l'ENSEMBLE dans des locaux techniques, derrière des murs, des barrières ou des obstacles. Des mesures organisationnelles sont, par exemple, des instructions de sécurité ou le marquage du cheminement à une distance appropriée.

3.16

accès non limité

accès à l'emplacement de l'ENSEMBLE autorisé à n'importe quelle personne, y compris les personnes ordinaires

3.17

durée de l'essai

t_d
durée pendant laquelle l'alimentation est appliquée à l'ENSEMBLE dans des conditions d'essai de défaut d'arc

3.18

isolation solide

matériaux non-liquides, non-gazeux, non-conducteurs, adaptés à l'isolation des parties conductrices des circuits principaux d'un ENSEMBLE, et qui ne peuvent être retirés que par usage d'un outil ou par destruction

3.19

durée de la combustion

t_b
durée totale de l'arc pendant un seul essai (y compris, dans le cas d'arcs qui s'éteignent et se réamorcent, la somme des durées individuelles)

4 Classification des ensembles d'appareillage à basse tension sous enveloppe

4.1 Classification par rapport à la caractéristique de la protection

Selon leurs caractéristiques dans des conditions d'arc, les ENSEMBLES peuvent être classés par le constructeur en:

- Classe d'arc A – ENSEMBLE qui offre une protection personnelle dans des conditions d'arc par des zones sous essai d'arc satisfaisant aux critères 1 à 5 sous conditions d'arc définis en 8.7, et par des zones protégées à la création d'arc, le cas échéant;
- Classe d'arc B – ENSEMBLE qui offre une protection personnelle et de l'ENSEMBLE dans des conditions d'arc par des zones sous essai d'arc satisfaisant aux critères sous conditions d'arc 1 à 6 définis en 8.7, et des zones protégées à la création d'arc, le cas échéant;
- Classe d'arc C – ENSEMBLE qui offre une protection personnelle et de l'ENSEMBLE dans des conditions d'arc par des zones sous essai d'arc satisfaisant aux critères sous conditions d'arc avec exploitation limitée 1 à 7 définis en 8.7, et par des zones protégées à la création d'arc, le cas échéant;
- Classe d'arc I – ENSEMBLE qui offre un risque réduit de défauts d'arc car uniquement constitué de zones protégées à la création d'arc.

4.2 Classification par rapport à l'accès aux personnes

De plus, l'ENSEMBLE est classé comme suit, conformément au type de personnes qui ont accès à la zone dans laquelle l'ENSEMBLE est installé:

- accès limité (par défaut);
- accès non limité (par exception).

Quand on considère la protection contre les défauts d'arc interne par rapport aux ENSEMBLES, il convient que la première mesure de protection soit, si possible, de placer l'ENSEMBLE dans une zone où l'accès est réservé aux personnes autorisées. Sauf accord spécifique entre l'utilisateur et le constructeur, l'accès limité est seul applicable.

NOTE 1 L'exploitation des ENSEMBLES conformément à l'IEC 61439-2 par des personnes ordinaires n'est pas prévue. Ils peuvent toutefois être accessibles par des personnes ordinaires, par exemple quand ils sont placés dans un atelier, sans mesure et/ou règle de sécurité supplémentaire.

NOTE 2 Les réglementations de sécurité locales doivent en outre être prises en compte et peuvent imposer des exigences supplémentaires et/ou plus strictes pour l'accès, les équipements de protection individuelle (EPI) à utiliser et les procédures de travail à appliquer.

5 Caractéristiques de L'ENSEMBLE

Pour les ENSEMBLES avec seulement des zones protégées à la création d'arcs:

- Classification de l'ENSEMBLE – Classe d'arc I.

Il convient que les caractéristiques suivantes soient déclarées par le constructeur le cas échéant, si l'ENSEMBLE a été soumis à un essai de défaut d'arc conformément à ce rapport technique:

- Tension assignée d'emploi (U_e);
- Classification de l'ENSEMBLE (classe d'arc A, classe d'arc B ou classe d'arc C);
- Pour les ENSEMBLES de classe d'arc B et de classe d'arc C, l'identification des zones (par exemple, section, sous-section) où les effets d'un défaut d'arc interne sont limités.
 - a) Si la durée de l'arc est limitée par un dispositif qui ne limite pas le courant (installé à l'intérieur ou en amont de l'ENSEMBLE) et/ou un dispositif de limitation du défaut d'arc qui ne limite pas le courant de l'arc, il convient d'indiquer les caractéristiques supplémentaires suivantes:
 - courant de court-circuit admissible dans des conditions d'arc ($I_{p\ arc}$);
 - durée d'arc admissible (t_{arc});

NOTE 1 Le courant admissible dans des conditions d'arc peut être inférieur au courant assigné de courte durée admissible (I_{cw}).

ou

- b) Si la durée de l'arc et si le courant de l'arc sont limités par un dispositif de protection avec limitation du courant (installé à l'intérieur ou en amont de l'ENSEMBLE) et/ou par un dispositif de limitation du défaut d'arc avec limitation du courant d'arc:
 - courant de court-circuit conditionnel admissible dans des conditions d'arc ($I_{pc\ arc}$).

Il convient d'indiquer dans le rapport d'essai les caractéristiques et les réglages des dispositifs de limitation de courant (par exemple, courant assigné, pouvoir de coupure, courant coupé limité, I^2t des fusibles ou des disjoncteurs avec limitation de courant) ou du dispositif de limitation d'arc nécessaire pour la protection du circuit.

NOTE 2 Le courant de court-circuit conditionnel admissible dans des conditions d'arc peut être inférieur au courant assigné de court-circuit conditionnel (I_{cc}).

ou

- c) Si la durée de l'arc est limitée parce que la conception de l'ENSEMBLE est telle que l'arc est auto-extinguible sans fonctionnement d'un quelconque dispositif de protection (voir 8.6.3):

– courant de court-circuit admissible en conditions d'arc auto-extinguible ($I_{ps \text{ arc}}$).

NOTE 3 Différentes combinaisons de caractéristiques a), b) ou c) peuvent être indiquées pour différentes parties de l'ENSEMBLE.

6 Exigences et essais pour une zone protégée à la création d'arcs

6.1 Exigences constructionnelles d'une zone protégée à la création d'arcs

Une partie d'un circuit avec une zone protégée à la création d'arcs est considérée comme une telle zone si les conditions suivantes sont remplies:

- toutes les parties actives de chaque circuit principal sont protégées séparément par une isolation solide ou par des barrières d'isolation;
- l'isolation est conforme aux exigences électriques, thermiques et mécaniques définies dans l'IEC 61439-2;
- les matériaux d'isolation et les moyens de construction de la zone isolée satisfont aux exigences de l'essai diélectrique décrit en 6.2;
- l'isolation solide fournit une protection de l'enveloppe telle que les corps étrangers ne peuvent pas entrer en contact avec les conducteurs sous tension, conformément à l'IP4X de l'IEC 60529;
- les barrières d'isolation fournissent une protection contre tout contact avec les conducteurs sous tension, conformément à l'IP3XD de l'IEC 60529.

6.2 Essai diélectrique des zones protégées à la création d'arcs

Il convient que des échantillons représentatifs des zones protégées à la création d'arcs soient soumis à des essais diélectriques de tenue à la fréquence industrielle par le constructeur, via l'application d'une feuille de métal sur la surface extérieure de l'isolation couvrant les conducteurs sous tension ainsi que sur les joints et les ouvertures dans l'isolation.

Pour cet essai, il convient que la tension d'essai soit égale à 1,5 fois les valeurs indiquées à l'IEC 61439-1:2011, Tableau 8. Il convient que l'essai de tension soit exécuté conformément à l'IEC 61439-1:2011, 10.9.2.2. Il convient que la tension à fréquence industrielle au moment de l'application ne dépasse pas 50 % de la pleine valeur d'essai. Il convient ensuite de l'augmenter progressivement jusqu'à sa pleine valeur pendant 5^{+2}_0 s. Les critères d'acceptation sont conformes à l'IEC 61439-1:2011, 10.9.2.4.

6.3 Essai IP des zones protégées à la création d'arcs

Il convient de vérifier que l'isolation solide satisfait au degré de protection IP4X, et que les barrières d'isolation satisfont au niveau de protection IP3XD, conformément à l'IEC 60529.

7 Sélection de l'échantillon d'essai et validité des essais pour d'autres conceptions similaires (possibilités de dérivation)

Il convient d'effectuer les essais d'arc sur des ENSEMBLES représentatifs. A cause de la variété de types, de valeurs assignées et de combinaisons possibles d'unités fonctionnelles et de composants, il n'est pas possible en pratique de faire des essais d'arc sur tous les arrangements. Les performances d'un arrangement donné peuvent être justifiées par les résultats des essais sur une conception comparable. Il convient que l'essai soit effectué sur chacune des unités fonctionnelles représentatives dans la disposition estimée la plus défavorable pour l'ENSEMBLE.

Il convient que les ENSEMBLES ou que les unités fonctionnelles protégées par des dispositifs de limitation de courant soient soumis à des essais avec le dispositif qui a les valeurs de caractéristiques de limitation (I^2t , I_{pk}) les plus élevées pour le courant de court-circuit présumé et à la tension assignée d'emploi voulues.

La validité des résultats d'un essai effectué dans une unité fonctionnelle d'une conception donnée d'un ENSEMBLE peut être étendue à une conception similaire, à condition que l'essai d'origine soit identique ou plus contraignant, et que cette autre unité fonctionnelle puisse être considérée comme identique à celle de l'essai pour les éléments suivants:

- les dimensions;
- la structure et la rigidité de l'enveloppe;
- l'architecture de la partition;
- les performances du dispositif de réduction de la pression, le cas échéant;
- le système d'isolation;
- le traitement de surface de l'intérieur de l'enveloppe et des partitions internes, par exemple un traitement de surface non conducteur ou du métal nu.

Un essai effectué à un courant de court-circuit, une tension assignée d'emploi et une durée donnés couvre:

- des courants de court-circuit identiques ou inférieurs;
- une tension assignée d'emploi identique ou inférieure, et;
- une durée identique ou inférieure.

Il convient qu'un ENSEMBLE destiné à être utilisé en courant continu fasse l'objet d'un essai en courant continu. Il n'est pas recommandé de le remplacer par un essai en courant alternatif; en effet, le comportement de l'arc et des dispositifs de protection associés diffèrent considérablement.

8 Essais – Essais de défaut d'arc

8.1 Généralités

L'essai est réalisé sur des échantillons représentatifs.

Lors de l'exécution d'essais de défaut d'arc:

- a) il convient de réaliser l'essai sur un échantillon d'essai qui n'aura pas été soumis au préalable à un essai d'arc, ou sur un échantillon d'essai remis en état, selon le cas. L'échantillon et le matériel à l'intérieur peuvent être réparés ou remplacés avant chaque essai;

NOTE La dégradation de l'isolant consécutive à la carbonisation ou une érosion modérée des parties métalliques ne sont pas nécessairement considérées comme rendant une unité impropre à un essai ultérieur.

- b) il convient que les conditions de montage soient aussi proches que possible de celles en usage normal. Une maquette des lieux dans lesquels l'ENSEMBLE pourrait être installé n'est généralement pas nécessaire;
- c) les portes et les panneaux sont fermés et bien fixés comme prescrit par le constructeur;
- d) il convient que l'échantillon d'essai soit entièrement équipé et qu'il dispose de zones protégées à la création d'arcs, le cas échéant. Les maquettes de composants internes (à l'exception des zones protégées à la création d'arcs) sont admises sous réserve:
 - 1) qu'elles aient les mêmes volumes et formes et qu'elles soient constituées d'un matériau externe similaire aux éléments d'origine;
 - 2) que tout matériau externe métallique soit mis à la terre d'une façon similaire à l'usage normal;

- 3) que le circuit principal de cette unité fonctionnelle soit constitué par des conducteurs représentatifs sous tension;
- e) il convient que tous les câbles sortants normalement associés à l'unité fonctionnelle en cours d'essai soient installés comme s'ils étaient en service avec des presse-étoupes ou des équipements similaires. Il convient en outre d'installer des câbles sur les unités fonctionnelles adjacentes susceptibles d'influencer les résultats des essais;
- f) tous les appareils de connexion sont en position «marche», les parties débrochables et amovibles connectées au circuit d'alimentation. Il convient d'installer tous les autres équipements qui peuvent être montés sur l'enveloppe, par exemple les appareils de commutation, les instruments de mesure et les appareils de surveillance comme pour un service normal;
- g) si l'ENSEMBLE contient un dispositif de limitation d'arc, ce dispositif peut fonctionner, comme spécifié par le constructeur;
- h) il convient que les mesures assignées pour la protection contre les chocs électriques soient effectives (voir l'IEC 61439-2:2011, 8.4);
- i) on réalise l'essai d'arc comme un essai monophasé ou triphasé selon les conditions d'utilisation.

Lorsque les essais sur un ENSEMBLE sont effectués conformément à une édition précédente de l'IEC/TR 61641, et que les résultats des essais sont conformes aux exigences de ce rapport technique, les essais peuvent ne pas être répétés. Après accord entre l'utilisateur et le constructeur, les essais effectués dans des éditions précédentes de ce rapport technique restent valides.

8.2 Tension

La tension appliquée au circuit d'essai est égale à $(105 \pm 5) \%$ de la tension assignée d'emploi U_e de l'ENSEMBLE.

8.3 Courant

Pour les essais, il convient que le courant de court-circuit présumé sous une tension d'essai égale à 1,05 fois la tension assignée d'emploi soit déterminé à partir d'un oscillogramme d'étalonnage établi en court-circuitant les conducteurs d'alimentation de l'ENSEMBLE par une connexion d'impédance négligeable placée aussi près que possible de l'alimentation d'arrivée de l'ENSEMBLE. Il convient que l'oscillogramme montre qu'il y a un courant permanent tel qu'il est mesurable pour la durée de l'essai spécifié. La valeur du courant au cours de l'étalonnage est la moyenne des valeurs efficaces de la composante alternative dans toutes les phases. Il convient que le courant d'étalonnage dans chaque phase soit égal au courant de court-circuit admissible avec une tolérance de $^{+5}_0 \%$ et il convient que le facteur de puissance soit dans une tolérance de $^{+0,00}_{-0,05}$.

Pour la relation entre valeur de crête et valeur efficace des courants de court-circuit, voir l'IEC 61439-1:2011, Tableau 7.

L'impédance utilisée pour régler l'alimentation d'essai est la même qu'on emploie pendant l'essai.

8.4 Fréquence

Il convient que tous les essais sous courant alternatif soient faits à la fréquence assignée de l'ENSEMBLE avec une tolérance de $\pm 25 \%$.

NOTE Les essais exécutés en 50 Hz sont réputés couvrir les applications 60 Hz et vice-versa.

8.5 Durée de l'essai

Il convient que l'alimentation soit appliquée à l'ENSEMBLE en essai pendant la durée indiquée par le constructeur, et il convient de l'appliquer pendant au moins 0,1 s. La durée de l'essai, qui sera normalement comprise entre 0,1 s et 0,5 s, est choisie conformément au temps de réponse des dispositifs de protection électrique.

NOTE Quand un équipement de protection haute tension est utilisé pour isoler un défaut, la durée d'arc admissible du dispositif de connexion d'arrivée sera choisie en règle générale égale à 0,3 s pour permettre le fonctionnement de l'équipement.

Dans le cas d'un circuit protégé par un dispositif qui ne limite pas le courant, il convient que la tension soit appliquée pour la durée spécifiée de l'essai. Quand le circuit est protégé par un dispositif qui limite le courant, il convient que la tension soit appliquée pendant au moins 0,2 s.

8.6 Procédure d'essai

8.6.1 Circuit d'alimentation

L'échantillon d'essai sera raccordé et alimenté conformément au service normal. Celui-ci comprend le raccordement des conducteurs PE, N et PEN, qui seront raccordés directement au point de neutre de la source de courant d'essai. Si l'alimentation peut être réalisée à partir de plusieurs sources, on choisira la source susceptible de générer la ou les plus fortes contraintes.

8.6.2 Amorçage de l'arc

Il convient que le point d'amorçage soit choisi de façon à ce que les effets de l'arc produit génèrent les contraintes les plus élevées dans l'ENSEMBLE.

Lors de la détermination de la position de départ de l'arc, il convient de considérer les points suivants le long du circuit principal, si applicable:

- a) côté charge de l'unité fonctionnelle de départ,
- b) côté alimentation de l'unité fonctionnelle de départ et de toute zone protégée à la création d'arcs associée,
- c) le long des jeux de barres de distribution,
- d) le long du jeu de barres principal,
- e) côté charge de l'unité fonctionnelle d'arrivée,
- f) côté alimentation de l'unité fonctionnelle d'arrivée.

Il convient de ne pas amorcer l'arc dans une zone protégée à la création d'arcs. L'arc est amorcé via la connexion d'un fil en cuivre plaqué ou nu entre toutes les phases ou entre la phase et le neutre dans le cas d'un circuit monophasé. Une connexion à la terre n'est pas exigée. Il convient que le fil d'allumage soit aussi court que possible.

Il convient que le fil d'allumage soit connecté à des parties sous tension nues accessibles des conducteurs ou des bornes. Il convient de ne pas détruire, enlever ou percer le matériau solide isolant sur les conducteurs pour raccorder le fil d'allumage.

NOTE Quand la sonde IP4X est capable de toucher des parties sous tension, l'isolation sous forme de panneaux amovibles ou de matériaux enroulés peut être retirée des parties actives pour faciliter la mise en place du fil d'allumage; cette isolation est toutefois remise en place dans son état originel avant que l'essai n'ait lieu.

Pour les applications pour lesquelles le courant de court-circuit présumé n'est pas limité par des moyens de protection de limitation de courant, mais qui peuvent être influencées (ou pas) par un dispositif de limitation d'arc (y compris un dispositif de limitation du défaut d'arc avec fonction de limitation du courant d'arc), il convient que la taille du fil d'allumage en cuivre utilisé soit telle qu'indiquée au Tableau 1.

Tableau 1 – Tailles du fil de cuivre d'allumage sans dispositif de protection limiteur de courant

Courant d'essai présumé I (valeur efficace) kA	Taille de fil mm ²
$I \leq 25$	0,75
$25 < I \leq 40$	1,0
$I > 40$	1,5

Si le courant d'arc est influencé par un dispositif de protection limiteur de courant, afin que la fusion du fil puisse être attendue avant que le dispositif de limitation de courant n'intervienne, il convient que la taille du fil d'allumage soit initialement telle qu'indiquée au Tableau 2.

Tableau 2 – Tailles du fil de cuivre d'allumage avec dispositif de protection limiteur de courant

Courant coupé limité I kA	Taille de fil mm ²
$I \leq 10$	0,2
$10 < I \leq 30$	0,5
$30 < I \leq 50$	0,8
$50 < I \leq 70$	0,9
$70 < I \leq 90$	1,1

Si le fil d'allumage est sélectionné conformément au Tableau 2 et si l'arc s'éteint avant le fonctionnement du dispositif de limitation du courant, l'essai est considéré comme non valide et il convient de le répéter sur le même échantillon ou sur un autre, à la discrétion du constructeur, avec une taille de fil d'allumage immédiatement supérieure, comme indiqué au Tableau 2. Si l'arc s'éteint à nouveau avant le fonctionnement du dispositif de limitation du courant, les résultats du second essai sont considérés comme valides.

En outre, si, lors de l'essai initial, le dispositif de limitation de courant fonctionne avant la fusion du fil d'allumage, l'essai est également considéré comme non valide, et il convient de le répéter sur le même échantillon ou sur un autre, à la discrétion du constructeur, avec un fil d'allumage de taille immédiatement inférieure, comme indiqué au Tableau 2. Si le dispositif de limitation de courant fonctionne avant la fusion du fil d'allumage plus petit, les résultats du deuxième essai avec le fil d'allumage le plus petit sont considérés comme valides.

8.6.3 Répétition de l'essai

Si, au cours de l'essai, sans dispositif de limitation d'arc ou de limitation de courant, l'arc s'éteint dans la première moitié de la durée complète prévue de l'essai sans être de nouveau amorcé, l'essai sera répété en utilisant le même point d'amorçage que lors du premier essai. Une répétition supplémentaire n'est pas exigée.

8.6.4 Indicateurs (pour l'observation des effets thermiques des gaz)

8.6.4.1 Généralités

Les indicateurs sont composés de coton noir à 100 %, qui a été stocké dans une zone de stockage sèche adaptée. Il convient de choisir le type de coton à utiliser pour les essais sur les ENSEMBLES en fonction des différents types d'accès à l'ENSEMBLE, et ce comme suit:

- a) accès limité (personnes autorisées): cretonne avec une masse de $150 \text{ g/m}^2 \pm 20 \%$;
- b) accès non limité (personnes ordinaires): doublure coton avec une masse de $40 \text{ g/m}^2 \pm 20 \%$.

NOTE On considère que la cretonne noire (tissu de coton d'environ 150 g/m^2) représente un tissu de vêtements d'ouvrier alors que la doublure coton (environ 40 g/m^2) représente des vêtements d'été ordinaires.

Les indicateurs peuvent être utilisés pour plusieurs essais à la discrétion du laboratoire d'essai, à condition qu'il n'y ait aucune trace de décoloration thermique ou de détérioration du matériau indicateur.

Il convient de s'assurer en montant les indicateurs qu'ils ne peuvent pas s'enflammer mutuellement. On peut pour cela les disposer, par exemple, dans un support de montage de tôles d'acier (voir NOTE Les bords exposés du matériau de l'indicateur peuvent être attachés ou couverts).

Figure 1). Il convient que les dimensions de l'indicateur soient d'environ $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$.

8.6.4.2 Disposition des indicateurs

Sauf accord contraire entre l'utilisateur et le constructeur, il convient que les indicateurs soient placés verticalement dans un plan parallèle à chaque face de l'ENSEMBLE, à partir du sol et jusqu'à une hauteur de $2 \text{ m} \pm 50 \text{ mm}$ et à une distance de $(300 \pm 30) \text{ mm}$ de la face couverte. Il convient qu'ils soient distribués régulièrement, arrangés selon un motif en damier qui couvre 40 % à 50 % de la zone soumise à évaluation. Il convient que la longueur du châssis de montage pour les indicateurs soit telle que les indicateurs dépassent de 300 mm la face de l'ENSEMBLE complet dans toutes les directions. Cela permet de prendre en compte la possibilité que des gaz chauds s'échappent à des angles jusqu'à 45° de la surface de l'essai. Les indicateurs doivent être disposés de façon à ce que les bords coupés ne soient pas pointés en direction de l'unité en essai.

Dans le cas où, de façon certaine, il n'y aura aucun arc à un emplacement de l'ENSEMBLE, les indicateurs peuvent être omis de cette zone de l'ENSEMBLE.

Dans tous les cas, la distance depuis les indicateurs installés verticalement à l'ENSEMBLE est mesurée depuis la surface de l'enveloppe, sans tenir compte des éléments qui dépassent (comme les poignées ou le cadre des appareils). Si la surface de l'ENSEMBLE n'est pas régulière, il convient que les indicateurs soient placés de sorte à simuler de manière aussi réaliste que possible la position qu'une personne peut habituellement adopter devant l'équipement.

NOTE Des exemples de dispositions d'installation des indicateurs sont montrés à la Figure 2.

Des enregistrements vidéo peuvent être utilisés pour déterminer quand et comment l'indicateur a commencé à brûler, si approprié.

8.7 Evaluation de l'essai

Les critères suivants sont utilisés pour apprécier les caractéristiques dans des conditions d'arc telles que détaillées à l'Article 4.

La protection individuelle est réalisée lorsque les critères 1 à 5 sont satisfaits:

- 1) Portes et panneaux correctement fixés ne s'ouvrent pas, restent en place et fournissent un niveau minimal de protection, conformément aux exigences de l'IP1X de l'IEC 60529. Les déformations sont acceptées. La rupture d'un nombre limité d'attaches et de charnières est acceptable. Après l'essai, l'ENSEMBLE peut ne plus être conforme à son code IP;

NOTE 1 L'objectif du critère 1 est de minimiser le risque de blessure grave aux personnes par un impact des portes, panneaux, etc., mais aussi de garantir un niveau minimal de protection des personnes contre tout contact accidentel avec des parties actives dangereuses.