

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

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

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

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

M

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Classification of low-voltage switchgear and controlgear assemblies	7
5 Assembly characteristics under arcing conditions	8
6 Testing	8
6.1 General.....	8
6.2 Voltage.....	8
6.3 Current.....	8
6.4 Frequency	9
6.5 Duration of the test.....	9
7 Test procedure	9
7.1 Supply circuit	9
7.2 Arc initiation	9
7.3 Repetition of the test	11
7.4 Indicators (for observing the thermal effects of gases).....	11
7.4.1 General	11
7.4.2 Fitting of the indicators	11
8 Assessment of the test.....	11
9 Test report.....	12
Figure 1 – Mounting frame for indicators.....	13
Table 1 – Sizes of the copper ignition wire without current limiting protection device	10
Table 2 – Sizes of the copper ignition wire with current limiting protection device	10

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

IEC 61641, which is a technical report, has been prepared by subcommittee 17D: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear. This second edition cancels and replaces the first edition (1996) and constitutes a technical revision.

The main changes introduced in this new edition are the following:

- the numbering of the clauses has been changed in order to meet the requirements in Part 2 of the ISO/IEC Directives;
- the concept of ASSEMBLY protection under arcing conditions has been introduced;

- existing terms and definitions have been modified and new terms and definitions have been added (3.4 to 3.9);
- Clause 4 (Classification of low-voltage switchgear and controlgear assemblies) and Clause 5 (ASSEMBLY characteristics under arcing conditions) have been added;
- Clause 4 “Test procedure” in the former edition has been split into the new Clauses 6 “Testing” and 7 “Test procedure” with actualised requirements;
- new Table 2 with sizes of the copper ignition wire with current limiting protection device has been added;
- the new criteria 6 and 7 for ASSEMBLY protection have been added in Clause 8.

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

Enquiry draft	Report on voting
17D/352/DTR	17D /353/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 French version of this technical report has not been voted upon.

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

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

INTRODUCTION

The occurrence of arcs inside enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies - hereafter called 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.

This technical report makes allowance for internal overpressure acting on covers, doors, etc. and also takes into consideration the thermal effects of the arc or its roots on the enclosures and of ejected hot gases and glowing particles, but not damage to internal partitions. It does not cover all effects which may constitute a risk, such as toxic gases. The test procedure simulates only situations when doors and covers are closed and correctly secured.

The interpretation of results is subject to an agreement between the manufacturer and the user.

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

1 Scope

This technical report applies to enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies - hereafter called ASSEMBLIES - manufactured according to IEC 60439-1.

The purpose of this technical report is to give guidance on the method of testing of enclosed low-voltage switchgear and controlgear 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 and damage of ASSEMBLIES resulting from an internal arcing fault.

This is a voluntary test made either at the discretion of the manufacturer, or subject to an agreement between manufacturer and user.

NOTE The recommendations of this report are not acceptable in the USA, nor in Canada, nor in the United Kingdom.

2 Normative references

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

IEC 60439-1:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*
Amendment 1:2004

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions of IEC 60439-1 apply with the following additions.

3.1

permissible current under arcing conditions

$I_{p \text{ arc}}$

value given by the manufacturer together with a corresponding permissible arc duration (see 3.2) indicating the maximum allowable value of prospective short-circuit current at the terminals of the incoming unit for which the requirements of this test specification are fulfilled

NOTE The value is the r.m.s. value of the a.c. component of the current.

3.2

permissible arc duration

t_{arc}

value given by the manufacturer together with a corresponding permissible current under arcing conditions (see 3.1) indicating the maximum permissible arc duration for which the requirements of this test specification are fulfilled

NOTE The value can be different for different parts of the ASSEMBLY.

3.3

permissible conditional short-circuit current under arcing conditions

$I_{pc\ arc}$

value given by the manufacturer for a circuit of the ASSEMBLY indicating the prospective current for which the ASSEMBLY fulfils the requirements of the test specification (see Clause 7) when the circuit is protected by a current-limiting device as stated by the manufacturer

NOTE The value is the r.m.s. value of the a.c. component of the current.

3.4

arc

short-circuit arising from a fault between active parts of different potential and/or between active parts and other conductive parts resulting in a free burning arc within an ASSEMBLY

3.5

personal protection under arcing conditions

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

NOTE 1 This applies to enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies when doors and covers are closed and correctly secured.

NOTE 2 It does not cover all effects which may constitute a risk, such as toxic gases.

3.6

ASSEMBLY protection under arcing conditions

ability of an ASSEMBLY to limit the effects of an internal arcing fault on the operation to a defined area inside the ASSEMBLY

3.7

arc free zone

part of a circuit within the ASSEMBLY where it is not possible to apply an ignition wire without destroying the insulation material on conductors

3.8

arc proof zone

part of a circuit where an ignition wire can be applied and fulfilling all relevant criteria for the assessment of the test

3.9

arc proof ASSEMBLY

assembly consisting of arc free zones and/or arc proof zones

4 Classification of low-voltage switchgear and controlgear assemblies

According to their characteristics under arcing conditions low-voltage switchgear and controlgear assemblies can be classified into

- low-voltage switchgear and controlgear assembly providing personal protection under arcing conditions;
- low-voltage switchgear and controlgear assembly providing personal and ASSEMBLY protection under arcing conditions (see Clause 8, criteria 6 and 7).

5 Assembly characteristics under arcing conditions

The following details are to be given by the manufacturer.

- Rated values:
 - permissible current under arcing conditions ($I_{p \text{ arc}}$) and the associated arcing time (t_{arc}), or
 - permissible conditional short-circuit current under arcing conditions ($I_{pc \text{ arc}}$)
 - rated operational voltage (U_e).

NOTE The permissible current or permissible conditional short circuit current under arcing conditions may be lower than the rated short time withstand current (I_{cw}) or the rated conditional short circuit current (I_{cc}).

- The defined areas (e.g. section, sub-section) to which the effects of an internal arcing fault are limited in respect of ASSEMBLY protection.
- The characteristics (current rating, breaking capacity, cut-off current, I^2t , etc.) of the current-limiting devices (e.g. current-limiting circuit breakers or fuses) necessary for the protection of the circuit, if applicable.

6 Testing

6.1 General

The test is carried out on representative samples.

The following points should be observed.

- The test should be carried out on a test specimen not previously subjected to an arcing test or on a specimen cleaned and prepared accordingly. The specimen and the equipment in it may 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.

- 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.
- The test specimen should be fully equipped. Mock-ups of internal components are permitted provided that
 - a) they have the same volume and shape, and a similar external material as the original items;
 - b) any metallic external material is earthed in a similar manner to normal service.
- The assigned measure for protection against electric shock shall be effective (see 7.4 of IEC 60439-1).
- The arcing test is carried out as a three-phase test according to the service conditions.

6.2 Voltage

The applied voltage of the test circuit is 105 % of the rated operational voltage of the ASSEMBLY ± 5 %.

6.3 Current

6.3.1 To test a permissible current under arcing conditions, the test supply is adjusted by making a short-circuit as close as possible to the incoming terminals of the ASSEMBLY.

NOTE For the relationship between peak value and r.m.s. value of short-circuit currents, see 7.5.3 of IEC 60439-1.

6.3.2 To test a permissible conditional short circuit current under arcing conditions the test supply is adjusted by making a short-circuit on the line side of the current limiting device and as close to the device as possible.

6.3.3 In each case, the impedance used to adjust the test supply is the same used during the test.

6.4 Frequency

At a rated frequency of 50 Hz or 60 Hz, the frequency at the beginning of the test should be between 45 Hz and 67 Hz. At other frequencies, it should not deviate from the rated value by more than $\pm 10\%$.

6.5 Duration of the test

The power supply duration of the ASSEMBLY under test is given by the manufacturer. It is chosen according to the time response of the electrical protection devices. If details regarding these devices are not known, a power supply duration of at least 0,1 s is applied. Normally this duration should not exceed 0,5 s.

NOTE When the ASSEMBLY is intended to be fed from a transformer, the permissible arc duration of the incoming switching device should in general be 0,3 s to allow for the operation of the high-voltage protective equipment.

In case of testing with a conditional short-circuit current under arcing conditions and an arcing time limited by the test specimen itself (e.g. by means of non current-limiting switchgear) the applied voltage is maintained for at least 10 more cycles after shut-down.

7 Test procedure

7.1 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).

7.2 Arc initiation

The arc is initiated between the phases without connection to earth by means of a bare copper ignition wire connecting the adjacent conductors across the shortest distance, and connected to three phases.

With regard to the test current, the sizes of the copper ignition wire given in Table 1 should be used.

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

Test current (rms value) kA	Wire size mm ²
≤ 25	0,75
> 25 ≤ 40	1,0
> 40	1,5

If the test current is influenced by current-limiting protection devices, the size of the ignition wire should be chosen from Table 2 according to the let-through current of this device so that the melting of the wire can be expected before the operation of this device.

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

Let-through current (peak value) kA	Wire size	
	min. mm ²	max. mm ²
≤ 10	0,1	0,2
20	0,15	0,3
30	0,2	0,5
40	0,3	0,6
50	0,4	0,8
60	0,5	0,8
70	0,6	0,9
80	0,7	1,0
90	0,8	1,1

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

The following points of ignition along the main circuit should be taken into account, if applicable:

- load side of the outgoing functional unit,
- supply side of the outgoing functional unit,
- along the distribution busbar,
- along the main busbar,
- load side of the incoming functional unit,
- supply side of the incoming functional unit.

NOTE 1 If the arc travels along several points of ignition during the test, a separate test is not required.

A test is not necessary at any of these points that fulfil the requirement of an arc-free zone (see 3.7). The ignition wire is connected only to accessible bare conductors. Insulating material on conductors is not to be destroyed, removed or punctured when the ignition wire is connected.

NOTE 2 The arc should not be initiated by puncturing solid insulation.

7.3 Repetition of the test

If during the test the arc extinguishes within the first half of the full intended test duration without being ignited again, the test is repeated using the same point of initiation as for the first test. A further repetition is not required.

7.4 Indicators (for observing the thermal effects of gases)

7.4.1 General

The indicators to be used are pieces of black cotton cloth so arranged that their cut edges do not point towards the test unit. 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 mm x 150 mm. Black cretonne (cotton fabric approximately 150 g/m²) should be used for the indicators.

7.4.2 Fitting of the indicators

Indicators should be fitted vertically at all sides of the ASSEMBLY which are readily accessible to operating personnel.

They should be placed, up to a maximum height of 2 m and a distance of 300 mm ± 5 % from the ASSEMBLY, facing all points where gas is likely to be emitted (e.g. joints, inspection windows, doors).

8 Assessment of the test

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

Personal protection is achieved when these criteria are fulfilled:

- 1) correctly secured doors, covers, etc., do not open;
- 2) parts (of the ASSEMBLY), which may cause a hazard, do not fly off. (This includes large parts or those with sharp edges, for example inspection windows, pressure relief flaps, cover plates, etc.);
- 3) arcing does not cause holes to develop in the freely accessible external parts of the enclosure as a result of burning or other effects;
- 4) the indicators arranged vertically do not ignite (indicators ignited as a result of paint or stickers burning are excluded from this assessment);
- 5) the protective circuit for accessible parts of the enclosure is still effective.

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 ignited, and there is no propagation of the arc to other areas within the ASSEMBLY.

In addition, if specified by the manufacturer, criterion 7 applies where the ASSEMBLY is to be suitable for limited continued operation:

- 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 with a value of 1,5 times the rated operational voltage during 1 min.

9 Test report

The following information is given in the test report.

- Rating and description of the tested ASSEMBLY with a drawing showing the main dimensions, details relevant to the mechanical strength, the arrangement of the pressure relief flaps and the method of fixing the ASSEMBLY to the floor and the walls
- Arrangement of the test connections and the point(s) of initiation of the arc(s)
- Arrangement and material of the indicators
- For the prospective or actual test current:
 - a) r.m.s. value of the a.c. component during the first three half-cycles;
 - b) highest peak value;
 - c) average value of the a.c. component over the actual duration of the test;
 - d) test duration;
 - e) Joule integral;
 - f) arc energy;
- Oscillograms showing currents and voltages
 - Assessment of the test results for personal protection against each of the criteria 1 to 5 of Clause 8.
 - Assessment of the test results for ASSEMBLY protection against criterion 6 and, where applicable, criterion 7 of Clause 8.

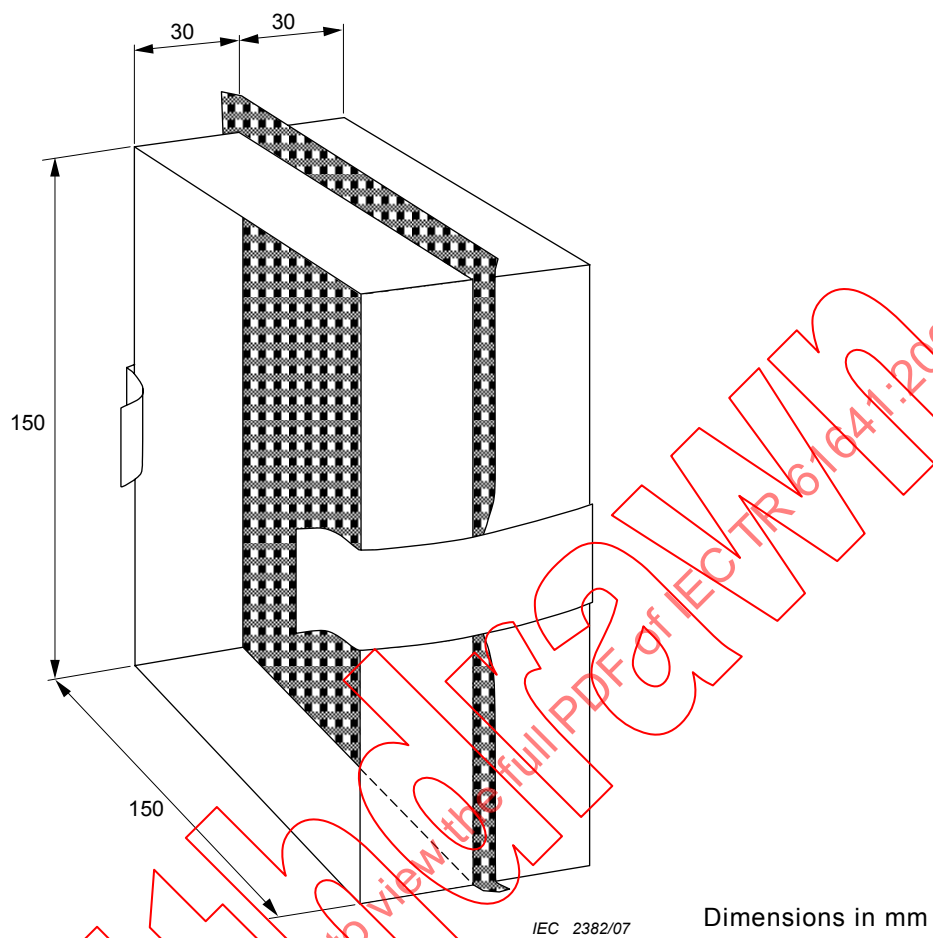


Figure 1 – Mounting frame for indicators

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Termes et définitions	18
4 Classification des ensembles d'appareillage à basse tension sous enveloppe	19
5 Caractéristiques de l'ENSEMBLE en conditions d'arc	20
6 Essai	20
6.1 Généralités	20
6.2 Tension	20
6.3 Courant	20
6.4 Fréquence	21
6.5 Durée de l'essai	21
7 Procédure d'essai	21
7.1 Circuit d'alimentation	21
7.2 Amorçage de l'arc	21
7.3 Répétition de l'essai	23
7.4 Indicateurs (pour l'observation des effets thermiques des gaz)	23
7.4.1 Généralités	23
7.4.2 Disposition des indicateurs	23
8 Evaluation de l'essai	23
9 Rapport d'essai	24
Figure 1 – Support de montage pour les indicateurs	25
Tableau 1 – Tailles du fil de cuivre d'allumage sans dispositif de protection limiteur de courant	22
Tableau 2 – Tailles du fil de cuivre d'allumage avec dispositif de protection limiteur de courant	22

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 (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications. La CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

La CEI 61641, qui est un rapport technique, a été établie par le sous-comité 17D: Ensembles d'appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage. Cette seconde édition annule et remplace la première édition (1996) et constitue une révision technique.

Les principales modifications introduites dans cette nouvelle édition sont les suivantes:

- la numérotation des articles a été modifiée afin de satisfaire aux exigences de la Partie 2 des Directives ISO/CEI;
- la notion de protection d'ENSEMBLE en conditions d'arc a été introduite;

- les termes et définitions existant ont été modifiés et de nouveaux termes et définitions ont été ajoutés (3.4 à 3.9);
- l'Article 4 (Classification des ensembles d'appareillage à basse tension) et l'Article 5 (Caractéristiques des ENSEMBLES en conditions d'arc) ont été ajoutés;
- l'Article 4 "Procédure d'essai" de la précédente édition a été scindé en deux nouveaux Articles 6 "Essai" et 7 "Procédure d'essai" avec des exigences actualisées.
- un nouveau Tableau 2 comportant les dimensions du fil de cuivre d'allumage avec le dispositif de protection à limitation de courant a été ajouté;
- les nouveaux critères 6 et 7 pour la protection d'ENSEMBLE ont été ajoutés à l'Article 8.

Le texte anglais de ce rapport technique est issu des documents 17D/352/DTR et 17D/353RVC.

Le rapport de vote 17D/353/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce rapport technique.

La version française de ce rapport technique n'a pas été soumise au vote.

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

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

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

INTRODUCTION

Le phénomène d'arc à l'intérieur d'ensembles d'appareillage à basse tension sous enveloppe – ci-après appelés ENSEMBLES – est lié à 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 provoquera des contraintes mécaniques et thermiques dans l'ENSEMBLE. De plus, les matériaux concernés peuvent donner des produits de décomposition à chaud, soit sous forme gazeuse soit sous forme de vapeur, qui peuvent se décharger à l'extérieur de l'enveloppe.

Le présent rapport technique tient compte des surpressions internes agissant à l'intérieur des panneaux, portes, etc. et prend aussi en considération les effets thermiques de l'arc ou de ses racines sur les enveloppes, et les effets des gaz chauds et des particules incandescentes éjectés, mais pas les dommages aux cloisons internes. Il ne couvre pas tous les effets qui peuvent constituer un danger, tels que les gaz toxiques. La procédure d'essai ne simule que des situations où les portes sont fermées et correctement verrouillées.

L'interprétation des résultats est soumise à un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

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

1 Domaine d'application

Le présent rapport technique s'applique aux ensembles d'appareillage à basse tension sous enveloppe – désignés ci-après ENSEMBLES– fabriqués selon la CEI 60439-1.

Le but de ce rapport technique est de donner des recommandations sur les méthodes d'essai des ensembles d'appareillage à basse tension sous enveloppe en conditions d'arc dues à un défaut interne.

Le but de cet essai est d'évaluer l'aptitude de l'ENSEMBLE à limiter le danger de dommage corporel et de dommage aux ENSEMBLES résultant d'un arc par défaut interne.

Il s'agit d'un essai volontaire réalisé soit à la discrétion du fabricant, soit résultant d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

NOTE Les recommandations de ce rapport ne sont pas admises aux USA, au Canada ainsi qu'au Royaume-Uni.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60439-1:1999, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série*
Amendement 1:2004

3 Termes et définitions

Pour les besoins de ce document, les termes et les définitions de la CEI 60439-1 s'appliquent avec les additions suivantes.

3.1

courant admissible en conditions d'arc

$I_{p\ arc}$

valeur donnée par le fabricant en même temps que la durée d'arc admissible correspondante (voir 3.2) indiquant la valeur maximale autorisée du courant de court-circuit présumé aux bornes de l'unité d'arrivée pour lesquels les exigences du présent essai sont satisfaites

NOTE La valeur est la valeur efficace de la composante alternative du courant.

3.2

durée d'arc admissible

t_{arc}

valeur donnée par le fabricant en même temps que le courant admissible en conditions d'arc (voir 3.1) indiquant la durée d'arc maximale admissible pour laquelle les exigences du présent essai sont satisfaites

NOTE La valeur peut être différente pour différentes parties de L'ENSEMBLE.

3.3

courant admissible de court-circuit conditionnel en conditions d'arc

$I_{pc \text{ arc}}$

valeur donnée par le fabricant pour un circuit de l'ENSEMBLE indiquant le courant présumé pour lequel l'ENSEMBLE satisfait aux exigences du présent essai (voir l'Article 7) lorsque le circuit est protégé par un dispositif de coupure limiteur de courant comme établi par le fabricant

NOTE La valeur est la valeur efficace de la composante alternative du courant.

3.4

arc

court-circuit se produisant à partir d'un défaut entre des parties actives de potentiels différents et/ou entre des parties actives et d'autres parties conductrices, et se manifestant par un arc à l'air libre à l'intérieur de l'ENSEMBLE

3.5

protection individuelle en conditions d'arc

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

NOTE 1 Cela s'applique aux ensembles d'appareillage à basse tension sous enveloppe dont les portes et les capots sont fermés et correctement verrouillés

NOTE 2 Il ne couvre pas tous les effets qui peuvent constituer un danger, tels que les gaz toxiques.

3.6

protection de l'ENSEMBLE en conditions d'arc

aptitude d'un ENSEMBLE à limiter les effets d'un arc dû à un défaut interne sur le fonctionnement dans une zone définie à l'intérieur de l'ENSEMBLE

3.7

zone exempte d'arc

partie d'un circuit à l'intérieur de l'ENSEMBLE où il n'est pas possible d'appliquer un fil d'allumage sans détruire le matériau isolant sur les conducteurs

3.8

zone à l'épreuve des arcs

partie d'un circuit dans lequel un arc électrique peut être développé et satisfaire aux critères appropriés à l'évaluation de cet essai

3.9

ENSEMBLE à l'épreuve des arcs

ensemble constitué de zones à l'épreuve des arcs et/ou de zones exemptes d'arc

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

Selon leurs caractéristiques en conditions d'arc, les ensembles d'appareillage à basse tension peuvent être classés comme suit:

- ensemble d'appareillage à basse tension assurant une protection individuelle en conditions d'arc;
- ensemble d'appareillage à basse tension assurant une protection individuelle et une protection de l'ENSEMBLE en conditions d'arc (voir Article 8, critères 6 et 7).

5 Caractéristiques de l'ENSEMBLE en conditions d'arc

Les informations suivantes sont fournies par le fabricant.

- Valeurs assignées:
 - courant admissible en conditions d'arc ($I_{p \text{ arc}}$) et durée d'arc associée (t_{arc}), ou
 - courant admissible de court-circuit conditionnel en conditions d'arc ($I_{pc \text{ arc}}$)
 - tension de fonctionnement assignée (U_e).

NOTE Le courant admissible en conditions d'arc ou le courant admissible de court-circuit conditionnel en conditions d'arc peuvent être inférieurs au courant assigné de courte durée admissible (I_{cw}) ou au courant assigné de court-circuit conditionnel (I_{cc}).

- Les zones définies (par exemple section, sous-section) pour lesquelles les effets d'un arc dû à un défaut interne sont limités au regard de la protection de l'ENSEMBLE
- Les caractéristiques (courant assigné, pouvoir de coupure, courant coupé limité, R^2t , etc.) des dispositifs de coupure limiteur de courant (par exemple des disjoncteurs ou des fusibles limiteur de courant) nécessaires à la protection du circuit, si applicable.

6 Essai

6.1 Généralités

L'essai est réalisé sur des échantillons représentatifs.

Il convient d'observer les points suivants.

- 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 qui aura été nettoyé et préparé en conséquence. L'échantillon et le matériel à l'intérieur peut être réparé ou remplacé avant chaque essai.

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

- Il convient que les conditions de montage soient aussi proches que possible de celles en usage normal. Une maquette d'un des lieux dans lequel l'ENSEMBLE pourrait être installé n'est généralement pas nécessaire.
- Il convient que l'échantillon d'essai soit entièrement équipé. Les maquettes de composants internes sont admises sous réserve
 - a) qu'elles ont les mêmes volume et forme et sont constituées d'un matériau externe similaire aux éléments d'origine;
 - b) que tout matériau externe métallique soit mis à la terre d'une façon similaire à l'usage normal.
- Les mesures de protection assignées contre les chocs électriques doivent être effectives (voir 7.4 de la CEI 60439-1).
- On réalise l'essai d'arc comme un essai triphasé selon les conditions d'utilisation.

6.2 Tension

La tension appliquée au circuit d'essai est égale à 105 % de la tension de fonctionnement assignée de l'ENSEMBLE ± 5 %.

6.3 Courant

6.3.1 Pour essayer un courant admissible en conditions d'arc, l'alimentation d'essai est réglée en réalisant un court-circuit aussi proche que possible des bornes d'arrivée de l'ENSEMBLE.

NOTE Pour la relation entre valeur de crête et valeur efficace des courants de court-circuit, voir 7.5.3 de la CEI 60439-1.

6.3.2 Pour essayer un courant admissible de court-circuit conditionnel en conditions d'arc, l'alimentation d'essai est réglée en réalisant un court-circuit du côté amont du dispositif de coupure limiteur de courant et aussi proche que possible de ce dispositif.

6.3.3 Dans chaque cas, l'impédance utilisée pour régler l'alimentation d'essai est la même qu'on emploie pendant l'essai.

6.4 Fréquence

Pour une fréquence assignée de 50 Hz ou de 60 Hz, il convient que la fréquence au début de l'essai soit comprise entre 45 Hz et 67 Hz. Aux autres fréquences, il convient qu'elle ne s'écarte pas de plus de ± 10 % de la valeur assignée.

6.5 Durée de l'essai

La durée d'arc de l'ENSEMBLE en essai est donnée par le fabricant. Elle est choisie en fonction du temps de réponse des dispositifs de protection électrique. Si des informations concernant ces dispositifs ne sont pas connues, on appliquera une durée d'arc d'au moins 0,1 s. Normalement, il convient que cette durée d'arc n'excède pas 0,5 s.

NOTE S'il est prévu que l'ENSEMBLE soit alimenté par un transformateur, il convient que la durée d'arc admissible du dispositif de commutation d'entrée soit en général de 0,3 s pour permettre le fonctionnement du matériel de protection à haute tension.

En cas d'essai avec un courant de court-circuit conditionnel en conditions d'arc et une durée d'arc limitée par l'échantillon d'essai lui-même (par exemple au moyen d'un appareil de commutation ne limitant pas le courant), on maintiendra la tension appliquée pendant au moins 10 périodes de plus après l'arrêt.

7 Procédure d'essai

7.1 Circuit d'alimentation

L'échantillon d'essai sera raccordé et alimenté selon le dispositif utilisé en service normal. Celui-ci comprend le raccordement des conducteurs PE, N et PEN, lesquels 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 causer la ou les plus fortes contraintes.

7.2 Amorçage de l'arc

L'arc sera initié entre les phases sans connexion avec la terre par un fil de cuivre nu d'allumage reliant les conducteurs adjacents là où leur écartement est le plus faible, et relié aux trois phases.

Selon le courant d'essai, il convient que les tailles du fil de cuivre d'allumage données dans le Tableau 1 soient utilisées.

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

Courant d'essai (valeur efficace)	Taille de fil
kA	mm ²
≤ 25	0,75
> 25 ≤ 40	1,0
> 40	1,5

Si le courant d'essai est influencé par les dispositifs de protection limiteurs de courant, il convient que la taille du fil d'allumage soit choisie à partir du Tableau 2 selon le courant coupé limité de ce dispositif de sorte que la fusion du fil puisse se produire avant le fonctionnement du dispositif.

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

Courant coupé limité (valeur crête)	Taille de fil	
	min. mm ²	max. mm ²
kA		
≤ 10	0,1	0,2
20	0,15	0,3
30	0,2	0,5
40	0,3	0,6
50	0,4	0,8
60	0,5	0,8
70	0,6	0,9
80	0,7	1,0
90	0,8	1,1

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

Il convient que les points d'amorçage suivants le long du circuit principal soient pris en compte, si applicable:

- côté charge de l'unité fonctionnelle de sortie,
- côté alimentation de l'unité fonctionnelle de sortie,
- le long des barres de distribution,
- le long de la barre principale,
- côté charge de l'unité fonctionnelle d'arrivée,
- côté alimentation de l'unité fonctionnelle d'arrivée.

NOTE 1 Si l'arc chemine le long de plusieurs points d'amorçage au cours de l'essai, il ne sera pas nécessaire de réaliser un essai séparé.

Un essai n'est aucunement nécessaire pour chacun de ces points qui satisfont à l'exigence d'une zone exempte d'arc (voir 3.7). Le fil d'allumage est raccordé uniquement aux conducteurs nus accessibles. Le matériau isolant sur les conducteurs ne sera pas à détruire, enlever ou percer si on raccorde le fil d'allumage.