

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**High-voltage switchgear and controlgear –  
Part 214: Internal arc classification for metal-enclosed pole-mounted switchgear  
and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV**

**Appareillage à haute tension –  
Partie 214: Classification arc interne des appareillages sous enveloppe  
métallique de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à  
52 kV montés sur poteau**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 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  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

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

### About IEC publications

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

#### IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

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

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

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

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

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

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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

67 000 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.

### 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.

#### Recherche de publications IEC -

[webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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

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

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

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

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

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

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

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

67 000 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.

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**High-voltage switchgear and controlgear –  
Part 214: Internal arc classification for metal-enclosed pole-mounted switchgear  
and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV**

**Appareillage à haute tension –  
Partie 214: Classification arc interne des appareillages sous enveloppe  
métallique de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à  
52 kV montés sur poteau**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 29.130.10

ISBN 978-2-8322-6996-1

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## CONTENTS

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                            | 4  |
| INTRODUCTION.....                                                        | 6  |
| 1 Scope.....                                                             | 7  |
| 2 Normative references .....                                             | 7  |
| 3 Terms and definitions .....                                            | 7  |
| 3.1 General terms and definitions .....                                  | 8  |
| 4 Normal and special service conditions .....                            | 10 |
| 4.1 General.....                                                         | 10 |
| 5 Ratings.....                                                           | 10 |
| 5.1 General.....                                                         | 10 |
| 5.2 Rated voltage ( $U_r$ ) .....                                        | 10 |
| 5.2.1 General .....                                                      | 10 |
| 5.3 Rated insulation level ( $U_d$ , $U_p$ , $U_s$ ) .....               | 10 |
| 5.4 Rated frequency ( $f_r$ ).....                                       | 10 |
| 5.101 Ratings of the internal arc classification (IAC).....              | 10 |
| 5.101.1 General .....                                                    | 10 |
| 5.101.2 Rated approach distance ( $D_{AP}$ ).....                        | 10 |
| 5.101.3 Rated arc fault currents ( $I_A$ , $I_{Ae}$ ).....               | 11 |
| 5.101.4 Rated arc fault duration ( $t_A$ , $t_{Ae}$ ) .....              | 11 |
| 6 Design and construction .....                                          | 11 |
| 6.11 Nameplate .....                                                     | 11 |
| 6.11.1 General .....                                                     | 11 |
| 6.101 Internal arc fault.....                                            | 12 |
| 6.102 Enclosure .....                                                    | 12 |
| 7 Type tests .....                                                       | 13 |
| 7.1 General.....                                                         | 13 |
| 7.1.1 Basics .....                                                       | 13 |
| 7.1.2 Information for identification of test object .....                | 13 |
| 7.1.3 Information to be included in type-test reports .....              | 14 |
| 7.101 Internal arc type test.....                                        | 14 |
| 7.101.1 General .....                                                    | 14 |
| 7.101.2 Test conditions .....                                            | 15 |
| 7.101.3 Arrangement of the equipment.....                                | 15 |
| 7.101.4 Indicators (for assessing the thermal effects of the gases)..... | 17 |
| 7.101.5 Arrangement of indicators.....                                   | 17 |
| 7.101.6 Test parameters .....                                            | 17 |
| 7.101.7 Test procedure .....                                             | 19 |
| 7.101.8 Criteria to pass the test .....                                  | 23 |
| 7.101.9 Transferability of the test results.....                         | 23 |
| 8 Routine tests .....                                                    | 24 |
| 9 Guide to the selection of switchgear and controlgear .....             | 24 |
| 9.1 General.....                                                         | 24 |
| 9.101 Internal arc fault.....                                            | 24 |
| 9.101.1 General .....                                                    | 24 |
| 9.101.2 Causes and preventive measures .....                             | 24 |
| 9.101.3 Supplementary protective measures .....                          | 25 |

|              |                                                                                                       |    |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 9.101.4      | Considerations for the selection and installation .....                                               | 26 |
| 9.101.5      | Internal arc test .....                                                                               | 26 |
| 9.101.6      | IAC designation .....                                                                                 | 26 |
| 10           | Information to be given with enquiries, tenders and orders (informative) .....                        | 27 |
| 10.1         | General .....                                                                                         | 27 |
| 11           | Transport, storage, installation, operation instruction and maintenance .....                         | 27 |
| 11.1         | General .....                                                                                         | 27 |
| 11.2         | Conditions during transport, storage and installation .....                                           | 27 |
| 11.3         | Installation .....                                                                                    | 28 |
| 11.3.1       | General .....                                                                                         | 28 |
| 11.101       | Maintenance .....                                                                                     | 28 |
| 11.101.1     | General .....                                                                                         | 28 |
| 12           | Safety .....                                                                                          | 28 |
| 12.1         | General .....                                                                                         | 28 |
| 13           | Influence of the product on the environment .....                                                     | 28 |
| Annex A      | (normative) Identification of the test objects .....                                                  | 29 |
| A.1          | General .....                                                                                         | 29 |
| A.2          | Data .....                                                                                            | 29 |
| A.3          | Drawings .....                                                                                        | 29 |
| Bibliography | .....                                                                                                 | 30 |
| Figure 1     | – Examples of enclosures and compartment(s) in different arrangements .....                           | 13 |
| Figure 2     | – Test arrangement for pole-mounted switchgear and controlgear .....                                  | 16 |
| Figure 3     | – Horizontal indicator .....                                                                          | 17 |
| Figure 4     | – Flow-chart for the choice of arc initiation depending on the construction .....                     | 21 |
| Table 1      | – Nameplate information .....                                                                         | 12 |
| Table 2      | – Parameters for internal fault test according to enclosure and compartment construction .....        | 20 |
| Table 3      | – Locations, causes and examples of measures to decrease the probability of internal arc faults ..... | 25 |
| Table 4      | – Single phase-to-earth arc fault current depending on the network neutral earthing .....             | 27 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 214: Internal arc classification for metal-enclosed pole-mounted switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV**

## FOREWORD

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

International Standard IEC 62271-214 has been prepared by subcommittee 17C Assemblies, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

The text of this International Standard is based on the following documents:

|              |                  |
|--------------|------------------|
| FDIS         | Report on voting |
| 17C/706/FDIS | 17C/710/RVD      |

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

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

This standard shall be read in conjunction with IEC 62271-1, second edition, published in 2017, to which it refers and which is applicable unless otherwise specified in this standard. In order to simplify the indication of corresponding requirements, the same numbering of clauses and subclauses is used as in IEC 62271-1. Amendments to these clauses and subclauses are given under the same references whilst additional subclauses are numbered from 101. Any clause with the term “Not Applicable” relates to the clause not being relevant to IEC 62271-214 and does not infer the clause is or is not relevant for its applicable switchgear standard.

A list of all parts of the IEC 62271 series, published under the general title *High-voltage switchgear and controlgear*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-214:2019

## INTRODUCTION

IEC 62271-214 has been developed due to the requirement to remove IAC Type C designated pole mounted switchgear from IEC 62271-200. Only enclosed terminal equipment is to be considered within IEC 62271-200. For this reason, IEC 62271-214 is to be considered independent of IEC 62271-200, however it is still related to other product standards of the IEC 62271 series.

Only open terminal pole mounted switchgear has been considered within this document.

This equipment relates to operation in three-phase, two-phase and single-phase systems.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-214:2019

## HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

### Part 214: Internal arc classification for metal-enclosed pole-mounted switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

#### 1 Scope

This part of IEC 62271 specifies requirements for internal arc classification of metal-enclosed pole-mounted switchgear installations used for alternating current with rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV with service frequencies up to and including 60 Hz. This document is applicable to three-phase, two-phase and single phase equipment. Enclosures may include fixed and removable components and may be filled with fluid (liquid or gas) to provide insulation.

NOTE For the use of this document high-voltage (IEC 60050-601:1985, 601-01-27) is the rated voltage above 1 000 V. However, medium voltage (IEC 60050-601:1985, 601-01-28) is commonly used for distribution systems with voltages above 1 kV and generally applied up to and including 52 kV; refer to [1] of the Bibliography.

This document does not preclude that other equipment may be included in the same enclosure. In such a case, any possible influence of that equipment on the switchgear and controlgear is to be taken into account.

#### 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 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 62271-1:2017, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear*

#### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-151, IEC 60050-441 and IEC 62271-1 as well as the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://electropedia.org>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

NOTE Additional definitions are classified so as to be aligned with the classification system used in IEC 60050-441.

### 3.1 General terms and definitions

#### 3.1.101

##### **metal-enclosed switchgear and controlgear**

switchgear and controlgear assemblies with an external metal enclosure intended to be earthed and completely assembled, except for external connections

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-12-04, modified – NOTE has been deleted]

#### 3.1.102

##### **functional unit**

part of pole-mounted switchgear and controlgear comprising all the components of the main circuits and auxiliary circuits that contribute to the fulfilment of a single function

Note 1 to entry: Functional units are distinguished according to the function for which they are intended, e.g. incoming unit, outgoing unit, etc.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-04, modified – references to the supply and feed sides in the note has been deleted]

#### 3.1.103

##### **enclosure**

part of an assembly providing a specified degree of protection of equipment against external influences and a specified degree of protection against approach to or contact with live parts and against contact with moving parts

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-01]

#### 3.1.104

##### **high-voltage compartment**

compartment of switchgear and controlgear, containing high-voltage conducting parts, enclosed except for openings necessary for interconnection, control or ventilation, where one segment of the compartment can be part of the outer earthed metallic enclosure

#### 3.1.105

##### **component**

essential part of the high-voltage or earthing circuits of pole-mounted switchgear and controlgear which serves a specific function

EXAMPLE Circuit-breaker, disconnector, switch, fuse, instrument transformer, bushing, busbar.

#### 3.1.106

##### **main circuit**

all the high-voltage conductive parts of pole-mounted switchgear and controlgear included in a circuit which is intended to carry the rated continuous current

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-02, modified – “high voltage” has been added, “assembly” has been substituted by “pole mounted switchgear and controlgear” and “transmit electrical energy” has been substituted by “carry the rated continuous current”.]

#### 3.1.107

##### **earthing circuit**

conductors, connections, and the conducting parts of earthing devices intended to connect the high-voltage conductive parts to the earthing system of the installation

Note 1 to entry: Parts of metallic enclosures connected to the earthing system can be part of the earthing circuit.

**3.1.108****pressure relief device**

device incorporated as part of an enclosure or compartment intended to operate to prevent excessive pressure in the enclosure or compartment

**3.1.109****fluid-filled compartment**

high-voltage compartment of pole-mounted switchgear and controlgear filled with a fluid, either gas, other than ambient air, or liquid, for insulation purposes

**3.1.110****pole**

vertical single member support in wood, concrete, steel or other material, with one end buried in the ground, either directly or by means of a foundation

Note 1 to entry: The term pole as defined here is not to be mixed up with the use of the same term as synonymous for phase as used in other standards.

[SOURCE: IEC 60050-466:1990, 466-07-01, modified – Note 1 to entry has been added]

**3.1.111****pole-mounted switchgear and controlgear**

switchgear and controlgear, typically connected to overhead lines, installed on one or more poles or equivalent structures at a defined height, with restricted accessibility by installation out of reach

**3.1.112****internal arc classified switchgear and controlgear****IAC**

metal-enclosed switchgear and controlgear for which prescribed criteria, for protection of authorized persons and the general public, are met in the event of internal arc as demonstrated by type tests

Note 1 to entry: The internal arc classification is described by the characteristics given from 3.1.1013 to 3.1.1016.

[SOURCE: IEC 62271-200:2011, 3.132, modified – “authorized” and “and general public” have been added]

**3.1.113****arc fault current**

three-phase and where applicable the single phase-to-earth RMS value of the internal arc fault current for which the switchgear and controlgear is designed to protect persons in the event of an internal arc

[SOURCE: IEC 62271-200:2011, 3.132.3]

**3.1.114****arc fault duration**

duration of the internal arc fault current for which the switchgear and controlgear is designed to protect persons in the event of an internal arc

[SOURCE: IEC 62271-200:2011, 3.132.4]

**3.1.115****approach distance**

distance between the test object and indicators arranged in an IAC test

**3.1.116****arc mitigation device**

device dedicated to reacting to internal arc fault conditions to decrease the arc energy

[SOURCE: CIGRE BROCHURE 686:2017, *Mitigating the effects of arc in M.V. Switchgear*][17]<sup>1</sup>

**4 Normal and special service conditions****4.1 General**

Unless otherwise specified in this document, operation under normal and special service conditions is considered to be covered by the relevant IEC standard.

**5 Ratings****5.1 General**

The ratings with respect to the arc fault classification of pole-mounted switchgear and controlgear are the following:

- a) rated voltage ( $U_r$ );
- b) rated frequency ( $f_r$ );
- c) ratings of the internal arc classifications (IAC);

**5.2 Rated voltage ( $U_r$ )****5.2.1 General**

The rated voltage is equal to the maximum system voltage for which the equipment is designed. It indicates the maximum value of the “highest system voltage” of networks for which the equipment may be used (refer to Clause 9 of IEC 60038:2009).

NOTE It is possible that components forming part of pole-mounted switchgear and controlgear have differing values of rated voltage in accordance with their relevant standards.

**5.3 Rated insulation level ( $U_d$ ,  $U_p$ ,  $U_s$ )**

Not applicable.

**5.4 Rated frequency ( $f_r$ )**

The standard values of the rated frequency are 16,7 Hz, 25 Hz, 50 Hz and 60 Hz.

**5.101 Ratings of the internal arc classification (IAC)****5.101.1 General**

An IAC classified pole-mounted switchgear and controlgear shall have the following ratings: rated approach distance, arc fault currents and arc fault durations.

**5.101.2 Rated approach distance ( $D_{AP}$ )**

The rated approach distance shall be stated by the manufacturer (refer to Figure 2).

<sup>1</sup> Numbers in square brackets refer to the bibliography.

### 5.101.3 Rated arc fault currents ( $I_A$ , $I_{Ae}$ )

The standard value of rated arc fault currents should be selected from the R 10 series specified in IEC 60059.

Two ratings of the arc fault currents are recognised:

- a) three-phase and phase-to-phase arc fault current ( $I_A$ ), when applicable;
- b) single phase-to earth arc fault current ( $I_{Ae}$ ), when applicable.

When only a three-phase rating is specified, the single-phase rating is by default 87 % of the three-phase rating, and need not be specified.

NOTE 1 The rationale for this 87 % is the arc fault test with 2-phase ignition; refer to 7.101.7.2.

The manufacturer shall specify the compartments to which the single phase-to earth arc fault current rating applies. Such value is assigned to switchgear and controlgear where its construction will prevent the arc from becoming multiphase, as demonstrated during the internal arc test.

When IAC testing on single phase switchgear and controlgear or single-phase high voltage compartments where only a single phase supply circuit has been applied only an  $I_{Ae}$  rating shall be assigned. (refer to 7.101.7.2).

NOTE 2 Information about the relationship between type of neutral earthing and the single phase-to-earth arc fault current is provided in 9.101.6.

### 5.101.4 Rated arc fault duration ( $t_A$ , $t_{Ae}$ )

Standard recommended values for the arc fault duration ( $t_A$ ,  $t_{Ae}$ ) are 0,1 s, 0,5 s and 1 s.

NOTE It is in general not possible to calculate the permissible arc duration for a current which differs from that used in the test.

## 6 Design and construction

### 6.11 Nameplate

#### 6.11.1 General

Pole-mounted switchgear and controlgear, with a rated internal arc classification shall include in the nameplate the additional IAC information in accordance with Table 1.

**Table 1 – Nameplate information**

|                                                                                                                                                                            | Abbreviation     | Unit  | **  | Condition:<br>Marking only required if                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| (1)                                                                                                                                                                        | (2)              | (3)   | (4) | (5)                                                                      |
| Internal arc classification                                                                                                                                                | IAC              |       | X   |                                                                          |
| Rated approach distance                                                                                                                                                    | $D_{AP}$         | m     | X   |                                                                          |
| Arc fault current and duration                                                                                                                                             | $I_A, t_A$       | kA, s | Y   | three-phase test or phase-to-phase test are applicable                   |
| Single phase-to-earth arc fault current and duration                                                                                                                       | $I_{Ae}, t_{Ae}$ | kA, s | Y   | a single-phase test is applicable or $I_{Ae}$ differs from 87 % of $I_A$ |
| Fitted with arc mitigation device                                                                                                                                          |                  |       | Y   | arc mitigation device fitted and not disabled during testing             |
| (**)<br>X = the marking of these values is mandatory where internal arc classification is assigned;<br>Y = conditions for marking of these values are given in column (5). |                  |       |     |                                                                          |
| NOTE 1 If there is an abbreviation in column (2) it can be used instead of the terms in column (1).                                                                        |                  |       |     |                                                                          |

### 6.101 Internal arc fault

Pole-mounted switchgear and controlgear, in principle, are designed and manufactured, to prevent the occurrence of internal arc faults.

However, where internal arc classification is assigned, the switchgear and controlgear shall be designed to give a defined level of protection of persons in the event of an internal arc, when the switchgear and controlgear is in normal service condition.

If an internal arc classification is assigned by the manufacturer and verified by type tests according to 7.101, the pole-mounted switchgear and controlgear shall be designated as follows:

- Designation: IAC (Internal Arc Classified)
- Rated three-phase arc fault values (where applicable): current [kA] and duration [s] and/or
- Rated single-phase arc fault values (where applicable): current [kA] and duration [s]
- If the unit is fitted with a device limiting the duration of the arc that cannot be disabled, then the IAC designation shall indicate that the switchgear and controlgear is: "Fitted with arc mitigation device"

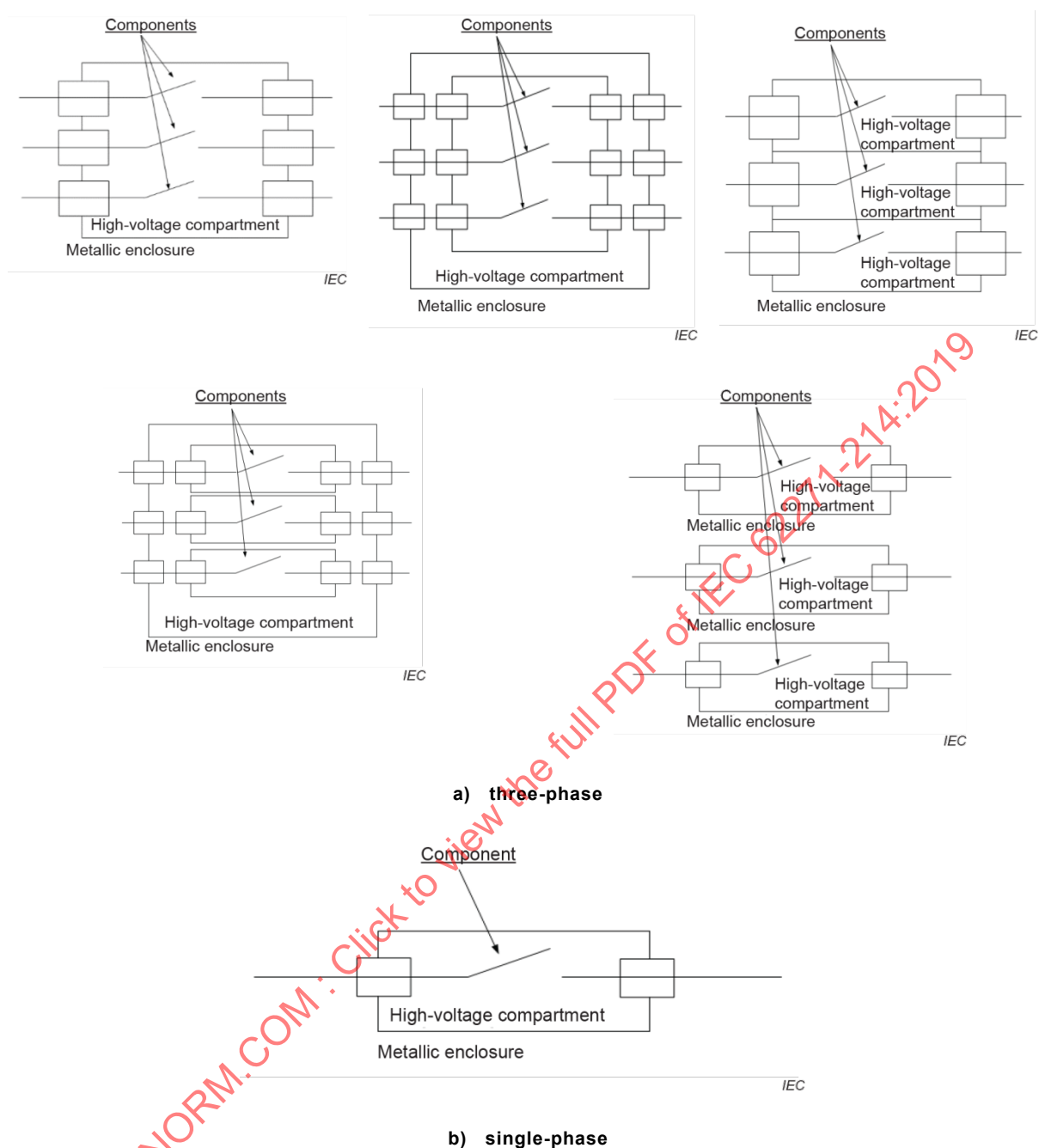
This designation shall be included in the nameplate (refer to 6.11)

Some examples for internal arc classification are given in 7.101.7.2.5.

### 6.102 Enclosure

The complete enclosure should be capable of withstanding the mechanical, electrical, thermal and environmental stresses likely to be encountered in normal service conditions.

Figure 1 shows examples of different arrangements of components in high voltage compartment(s) within an enclosure.



**Figure 1 – Examples of enclosures and compartment(s) in different arrangements**

## 7 Type tests

### 7.1 General

#### 7.1.1 Basics

The type test is performed to verify the internal arc ratings and characteristics of pole-mounted switchgear.

#### 7.1.2 Information for identification of test object

The manufacturer shall submit to the testing laboratory, drawings and other data containing sufficient information to unambiguously identify by type the essential details and parts of the switchgear presented for test. A summary list of the drawings and data schedules shall be

supplied by the manufacturer and shall be uniquely referenced and shall contain a statement to the effect that the manufacturer guarantees that the drawings or data schedules listed are the correct version and truly represent the switchgear to be tested.

The testing laboratory shall check that drawings and data sheets adequately represent the essential details and parts of the test object but is not responsible for the accuracy of the detailed information. Particular drawings or data required to be submitted by the manufacturer to the test laboratory for identification of essential parts of test object are specified in Annex A.

### 7.1.3 Information to be included in type-test reports

The results shall be recorded in type-test reports containing sufficient data to prove compliance with the test clauses of this document and sufficient information shall be included so that the essential parts of the test object can be identified. In particular, the following information shall be included:

- Manufacturer;
- type designation and unique identifier for switchgear;
- rated characteristics of switchgear;
- photographs to illustrate the condition of switchgear before and after test;
- sufficient outline drawings and data schedules to represent the switchgear;
- the reference numbers of all drawings including revision number submitted to identify the essential parts of the test object;
- details of the testing arrangement (including diagram of test circuit);
- statements of the behaviour of the switchgear during test and its condition after test;
- description of the test object with a drawing showing the main dimensions, details relevant to the mechanical strength, the arrangement of the pressure relief device(s) and the method of fixing the switchgear and controlgear to the pole(s), including the pole characteristics;
- point and method of initiation of the internal arc fault;
- drawings of test arrangement (test object, source side connection point, and mounting frame of indicators, pole dimensions) and any other relevant installation conditions; applied voltage and frequency;
  - IAC designation validated by test
  - include use of fuse protection if used
  - include the use of arc mitigation device if used
- for the prospective or test current:
  - a) RMS value of the AC component during the first three half-cycles;
  - b) highest peak value;
  - c) average value of the AC component over the actual duration of the test;
  - d) test duration;
- oscillogram(s) showing currents and voltages;
- assessment of the test results, including a record of the observations in accordance with 7.101.8;
- other relevant remarks.

### 7.101 Internal arc type test

#### 7.101.1 General

The test is applicable to pole-mounted switchgear and controlgear for which internal arc classification is assigned, covering the event of an arc fault within the enclosure(s) or within

components having housings which form part of the enclosure in normal operation conditions. The internal arc test makes allowance for effects acting on all parts of the enclosure, such as internal overpressure, thermal effects of the arc or its roots, the effects of ejected hot gases and glowing particles.

The tests are not intended to cover e.g.:

- the influences of an internal arc between compartments
- external connections outside the enclosure;
- the effects caused by an explosion of high-voltage components;
- the presence of gases with potential toxic characteristics, or the hazard of fire propagation to combustible materials or equipment placed in the proximity of the pole-mounted switchgear and controlgear;

### 7.101.2 Test conditions

The test shall be carried out with the switchgear and controlgear in normal operating conditions. This means the position of high-voltage switching devices, connecting and disconnecting withdrawable parts is set according to 7.101.7.1. All other equipment, for example measuring instruments and monitoring equipment shall be in the position as it is in normal service.

Pole-mounted switchgear which are protected by type-tested current-limiting fuses, integrated inside the switchgear and controlgear, shall be tested with the fuse type that causes the highest cut-off current (let-through current). The actual duration of the current flow will be controlled by the fuses. The tests shall be performed at the rated voltage of the equipment. The tested switchgear and controlgear will be designated as 'fuse-protected'. The specific fuse, including manufacturer, part number, and ratings, used for protection shall be specified in the instruction manual.

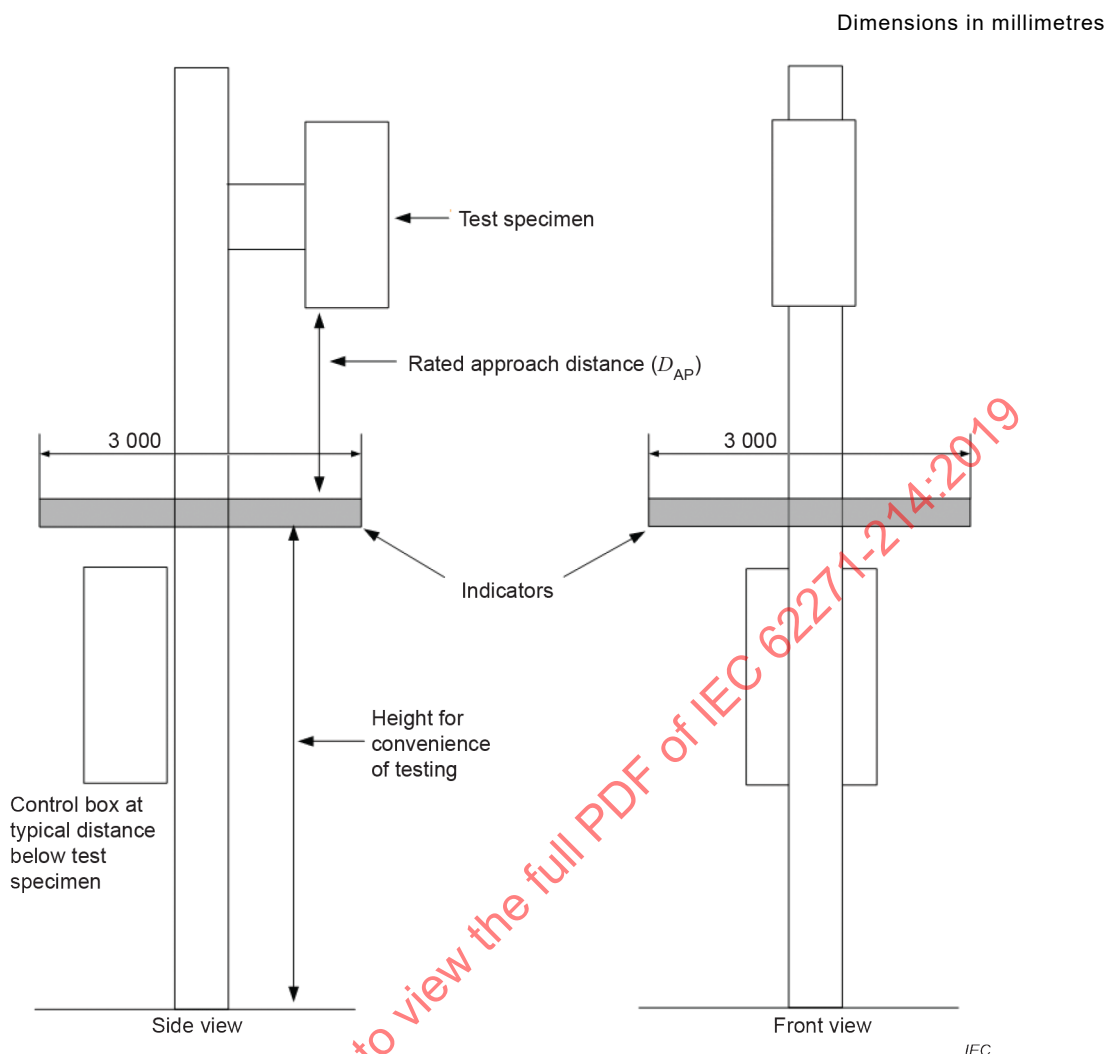
Application of suitable current-limiting fuses in combination with switching devices can limit the short-circuit current and minimize the fault duration. It is well documented that the arc energy transferred during such tests is not predictable by  $I^2t$ . In the case of current-limiting fuses, the maximum arc energy may occur at current levels below the maximum interrupting rating. Further, the effects of using current-limiting devices that employ pyrotechnic means to commutate current to a current-limiting fuse shall be considered when evaluating designs utilizing such devices.

Any device (for example, protection relay) that may automatically trip the circuit before the end of the prospective duration of the test shall be made inoperative during the test. If pole-mounted switchgear and controlgear is equipped with devices intended to limit the duration of the arc itself by other means (for example, by transferring the current to a metallic short circuit), they shall be made inoperative during the test. If these devices are integral part of the design of the high-voltage compartment or assembly which prevents to make them inoperative without modification of the construction, the relevant high-voltage compartment of the switchgear and controlgear may be tested with the device operative; but this switchgear and controlgear shall be qualified according to the actual duration of the arc. The test current shall be maintained for the rated arc fault duration of the switchgear and controlgear.

NOTE Because in general arc limiting devices are out of the scope of this document and if the switchgear and controlgear has previously been tested with the limiting device made inoperative, an additional test can be performed to demonstrate the behaviour of this arc limiting device.

### 7.101.3 Arrangement of the equipment

The test arrangement for overhead connected pole-mounted switchgear and controlgear shall be configured as indicated in Figure 2.



**Figure 2 – Test arrangement for pole-mounted switchgear and controlgear**

The equipment shall be arranged as follows:

- mock-ups of internal components are permitted provided they have the same volume and external material as the original items and they do not affect the main and earthing circuits;
- the test object shall be mounted on a pole. If there is a control box and/or electrical/mechanical linkages to the base of the pole, these shall be fitted at a distance below the test object typical of a service installation. The test object shall be at a convenient height allowing for the indicators as specified in 7.101.5, and for the control box and/or electrical/mechanical linkages (if applicable);
- the test object shall be earthed at the earthing point provided;
- tests shall be carried out on high-voltage compartments not previously subjected to arcing, or, if subjected, being in a condition which does not affect the result of the test;
- in the case of fluid-filled compartments (other than SF<sub>6</sub>) the test shall be made with the original fluid at its rated filling pressure ( $\pm 10\%$ );
- for environmental reasons, it is recommended to replace SF<sub>6</sub> with air at the rated filling pressure ( $\pm 10\%$ ).

NOTE 1 Test results with air instead of SF<sub>6</sub> are considered to be representative.

NOTE 2 Nitrogen at the rated filling pressure ( $\pm 10\%$ ) can also be considered a substitute for SF<sub>6</sub> rather than air.

NOTE 3 Physical dimensions of the test room should be considered to prevent hot gas reflections towards the indicators.

#### 7.101.4 Indicators (for assessing the thermal effects of the gases)

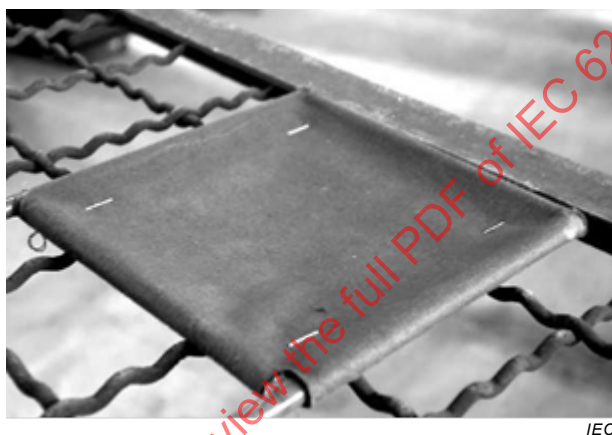
##### 7.101.4.1 General

Indicators are pieces of black cotton cloth so arranged that their cut edges do not point toward the test object.

Black cotton-interlining lawn (approximately 40 g/m<sup>2</sup>) shall be used for indicators.

Care shall be taken that glowing particles do not accumulate. This is achieved if the indicators are mounted without a frame (refer to Figure 3).

The indicator dimensions shall be 150 mm × 150 mm ( $^{+15}_0$  mm).



**Figure 3 – Horizontal indicator**

Figure 3 provides an indication of a typical arrangement of a horizontal indicator.

##### 7.101.5 Arrangement of indicators

Indicators shall be arranged horizontally, at the rated approach distance ( $\pm 50$  mm) below the lowest point of the test object. The indicators shall cover the whole area of a 3 m x 3 m square frame centered about the pole. They shall be evenly distributed, arranged in a checkerboard pattern, covering 40 % to 50 % of the area (refer to Figure 3).

The indicators may be at a convenient height above the ground allowing for the control box and/or electrical/mechanical linkages if applicable.

NOTE 1 This test covers the verification of the protection of both authorized personnel and general public.

NOTE 2 Cotton-interlining lawn (approximately 40 g/m<sup>2</sup>) is considered to represent light summer wear of the general public.

##### 7.101.6 Test parameters

##### 7.101.6.1 General

A test performed at a given voltage, current and duration is generally valid for all lower values of current, voltage and duration.

### 7.101.6.2 Voltage

The test shall be performed at any suitable voltage up to and including the rated voltage  $U_r$ . If a voltage lower than  $U_r$  is chosen, the following conditions shall be met.

- the average RMS current value during the test as computed by a digital recording device complies with current requirements of 7.101.6.3.1;
- the arc is not extinguished prematurely in any of the phases in which it has been initiated. Temporary single-phase extinguishing is permitted, as long as the cumulated duration of the intervals without current does not exceed 2 % of the test duration and the single events last not longer than to the next prospective current zero, provided that the integral of the AC component of the current equals at least the value specified in 7.101.6.3.1 in the relevant phase.

### 7.101.6.3 Current

#### 7.101.6.3.1 AC component

The test current shall be set within a  $\pm 5$  % tolerance of the rated arc fault current ( $I_A$ , 87%  $I_A$  or  $I_{Ae}$ ) as appropriate. If the applied voltage is equal to  $U_r$ , this tolerance applies only to the prospective current.

The current should remain constant. If the capability of the test plant does not permit this, the test shall be extended until the integral of the AC component of the current ( $I \cdot t$ ) equals the value specified within a tolerance of ( $^{+10}_0$  %). In this case, the current shall be equal to the specified value at least during the first three half-cycles and shall not be less than 50 % of the specified value at the end of the test.

NOTE Information about the relationship between type of neutral earthing and the single phase-to-earth arc fault current is provided in 9.101.6.

#### 7.101.6.3.2 Peak current

The instant of closing for a three-phase test shall be chosen so that the peak current is flowing in one of the outer phases, and a major loop also occurs in the other outer phase.

If the applied voltage is equal to  $U_r$ , the peak value of the prospective current shall be set to 2,5 times (for frequencies up to 50 Hz) or 2,6 times (for 60 Hz) the RMS value of the AC component defined in 7.101.6.3.1 with a tolerance of  $^{+5}_0$  %.

If the voltage is lower than  $U_r$ , the peak value of the prospective current is irrelevant, but the peak value of the short-circuit current for the switchgear and controlgear under test shall not drop below 90 % of the rated peak value.

For higher DC time constants than the standard defined 45 ms of the feeding network, a uniform value of 2,7 times the RMS value of the AC component should be used as a rated value for both 50 Hz and 60 Hz applications.

In case of two-phase initiation of the arc, or single phase-to-earth the instant of closing shall be chosen to provide the maximum possible DC component.

#### 7.101.6.3.3 Frequency

Tests performed at 50Hz are also applicable for 60Hz and vice a versa. At a rated frequency of 50 Hz or 60 Hz, the frequency at the beginning of the test shall be between 48 Hz and 62 Hz. At other frequencies, it shall not deviate from the rated value by more than  $\pm 10$  %. The peak factor requirement of clause 7.101.6.3.2 shall be met as appropriate.

## **7.101.7 Test procedure**

### **7.101.7.1 Supply circuit**

#### **7.101.7.1.1 Three phase tests**

The supply circuit shall be three-phase and all three phases of the switchgear and controlgear shall be energised. The neutral point of the supply circuit may be either isolated or earthed through an impedance, in such a way that the maximum earth current is less than 100 A. This test configuration covers all in service neutral arrangements.

#### **7.101.7.1.2 Single phase tests**

One terminal of the supply circuit shall be connected to the earthing point provided on the switchgear and controlgear, another to the terminal of the test object under test.

NOTE Single phase compartments and single-phase enclosures will only have the one phase under test as defined in Table 2.

In the case of three phase switchgear and controlgear or single-phase switchgear and controlgear intended to be used in a three-phase network, the two remaining phases of the test object, shall be energised at  $U_r/\sqrt{3}$ , which may be supplied from a separate voltage source and need not be synchronised. If a separate source is used, the remaining two phases can be energised from the same single-phase voltage source. If either of the remaining phases ignites or the voltages collapse, the test shall be repeated as a three-phase internal arc test.

#### **7.101.7.1.3 Phase-to-phase tests**

Two phases of the three-phase supply circuit shall be connected to the two adjacent phases of the test object. The neutral point of the supply circuit may be either isolated or earthed through an impedance, in such a way that the maximum earth current is less than 100 A. The one remaining phase of the test object, shall be energised at  $U_r/\sqrt{3}$ , which may be supplied from a separate voltage source and need not be synchronised. If the one remaining phase ignites or the voltage collapses, the test shall be repeated as a three-phase internal arc test.

#### **7.101.7.1.4 Feeding arrangements**

Feeding direction shall be as follows:

- from the supply connection terminals, through the main switching device with this device in the closed position;
- for an enclosure with several main circuit components inside: supply through one available set of connection terminals, with all switching devices in closed position, except for earthing switches, if any, which shall remain in open position.

### **7.101.7.2 Arc initiation**

#### **7.101.7.2.1 General**

The arc shall be initiated by means of a copper wire of about 0,5 mm in diameter.

The point of initiation shall be located at the furthest point, downstream in the current path from the supply, within the high-voltage compartment under test. If the main circuit of the high-voltage compartment under test includes current limiting devices (e.g. fuses), the point of initiation shall be chosen upstream from these limiting devices.

In case of non-symmetrical designs, the most onerous internal arc initiation should be determined, with respect to arc energy and burn through.

The number of phases to be tested, the connection arrangements, and the action to be taken if other phases are affected, shall be in accordance with Table 2, according to the construction of the enclosure under test.

NOTE Refer to Figure 4 and examples in Clause/Subclause 7.101.7.2.5.

Inside the enclosure where the live parts are covered by solid insulating material, the arc shall be initiated at the following locations:

- a) at gaps or joining surfaces between the insulation of insulation-embedded parts or insulating partitions;
- b) when a) is not applicable, by perforation or partial removal of solid insulation from the internal conductors.

#### 7.101.7.2.2 Three-phase arc initiation

The arc shall be initiated between all the phases under test.

#### 7.101.7.2.3 Single phase arc initiation

In the case of single phase-to-earth ignition, the arc shall be initiated between the phase and closest earth (single phase). In the case of a three-phase switchgear and controlgear the arc shall be initiated between the middle phase and closest earth.

For single phase high-voltage compartments without any adjacent earthed metallic parts, a path for the arc initiating fuse wire shall be created to the closest earthed metallic part.

#### 7.101.7.2.4 Phase-to-phase arc initiation

In the case of a phase-to-phase ignition, the arc shall be initiated between the middle phase and one of the adjacent phases (phase-to-phase).

**Table 2 – Parameters for internal fault test according to enclosure and compartment construction**

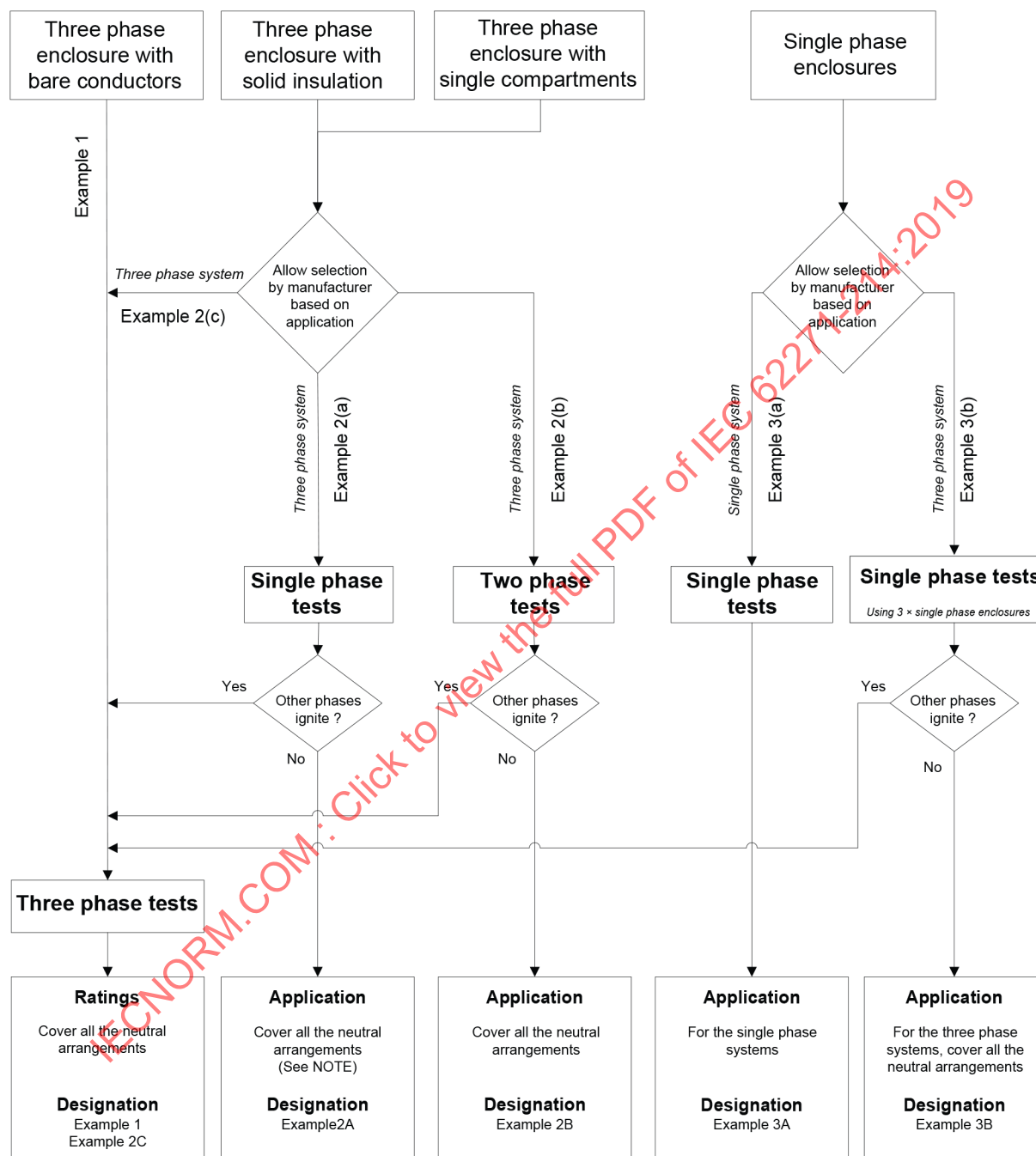
|                                                         |                                  | Test current | Number of phases/earth for arc initiation | Action if other phase affected                                                          |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Three phase enclosures:                                 | with bare conductors             | $I_A$        | Three-phase                               | N/A                                                                                     |
|                                                         | conductors with solid insulation | $87\% I_A$   | Two                                       | Repeat as 3 phase test                                                                  |
|                                                         |                                  | $I_{Ae}$     | One phase and earth                       |                                                                                         |
| Single phase compartments inside three-phase enclosure: |                                  | $87\% I_A$   | Two                                       | Repeat as 3 phase test                                                                  |
|                                                         |                                  | $I_{Ae}$     | One phase and earth                       |                                                                                         |
| Single phase enclosure (s):                             |                                  | $I_{Ae}$     | One phase and earth                       | Repeat as 3 phase test if single phase enclosures are tested in a 3 phase configuration |

NOTE 1 More details about arc initiation according the construction can be found in 7.101.7.2.5.

NOTE 2 The manufacturer can choose to perform a three-phase arc initiation test with any three phase enclosure construction in place of the specified test in table 2.

### 7.101.7.2.5 Arc initiation according to different construction types

Table 2 provides the parameters for internal fault test according to enclosure and compartment construction. To further clarify the different test methods, refer to Figure 4 and examples in this subclause.



IEC

**Figure 4 – Flow-chart for the choice of arc initiation depending on the construction**

NOTE For systems with isolated neutral, in the unlikely occurrence of a double earth fault within the switchgear (two phases fail to earth) then fault levels up to 87 % of the three-phase rated current might occur and as such, a phase-to-phase fault might be a preferred option by the manufacturer.

- a) Example 1: A pole-mounted switchgear and controlgear, with bare conductors, tested for a three-phase fault current (RMS) of 12,5 kA, for 0,5 s, intended to be installed on a pole, is designated as follows:

IAC

Arc fault current 12,5 kA

Arc fault duration 0,5 s

In this case the device may be installed in any neutral earth configuration three phase 12,5kA network

Designation: IAC 12,5 kA, 0,5 s

- b) Example 2: For a three-phase enclosure with solid insulated conductors with the three-phase switchgear intended to be suitable for a 12,5kA 3 phase network (An IAC rating of 12,5kA for 0,5s) the manufacturer may choose either a phase-to-phase test or a phase-to-earth test as indicated in the following:

NOTE In this example there is only one three phase compartment/enclosure so no other 3 phase tests will be performed.

Example 2A: Manufacturer chooses to perform a phase-to-earth test and ensure it is suitable for all Neutral earth networks by testing with 100 % of the three-phase rated arc fault current: Test performed on a three-phase enclosure with conductors with solid insulation.

IAC

Arc fault current 12,5 kA assessed with a phase-to-earth test (100 % of the rated single phase-to-earth arc fault current)

Arc fault duration 0,5 s

Second and Third phase energized during the tests but not affected. In this case the device may be installed in any neutral earth configuration three phase 12,5kA network

Designation: IAC 12,5 kA, 0,5 s ( $I_{Ae} = 12,5\text{kA}$ )

Example 2B: Instead manufacturer chooses to perform a phase-to-phase test on a three-phase enclosure with conductors with solid insulation.

IAC

Arc fault current 10,875 kA assessed with a phase-to-phase test

Arc fault duration 0,5 s

Third phase energized during the tests but not affected

In this case the device may be installed in any neutral earth configuration three-phase 12,5kA network

Designation: IAC 12,5 kA, 0,5 s

Example 2C: The manufacturer chooses to perform a three-phase test independent of the type of three phase switch conductor system. A pole-mounted switchgear and controlgear, tested for a three-phase fault current (RMS) of 12,5 kA, for 0,5 s, intended to be installed on a pole, is designated as follows:

IAC

Arc fault current 12,5 kA

Arc fault duration 0,5 s

In this case the device may be installed in any neutral earth configuration three-phase 12,5kA network

Designation: IAC 12,5 kA, 0,5 s

**c) Example 3:**

Example 3A: A single phase enclosure pole-mounted switchgear and controlgear tested for a phase-to-earth fault current (RMS) of 12,5 kA, for 0,5 s, in a single-phase system, is designated as follows:

IAC

Arc fault current 12,5 kA

Arc fault duration 0,5 s

Designation: IAC  $I_{Ae}$  12,5 kA, 0,5 s

A single-phase enclosure pole-mounted switchgear and controlgear tested in a single-phase system shall not be IAC classified for a three-phase system.

Example 3B: Three independent single-phase pole-mounted switchgear and controlgear enclosures tested for a phase-to-earth fault current (RMS) of 12,5 kA, for 0,5 s, in a three-phase system is designated as follows:

IAC

Arc fault current 12,5 kA

Arc fault duration 0,5 s

Designation: IAC 12,5 kA, 0,5 s ( $I_{Ae} = 12,5\text{kA}$ )

**7.101.8 Criteria to pass the test**

IAC designation is demonstrated for the pole-mounted switchgear and controlgear if the following criteria are met:

**a) Criterion No. 1**

- No fragmentation of the enclosure occurs
- No ejection of fragments or of other parts of the switchgear of an individual mass of 60 g or more, occur.

Deformations are accepted.

The switchgear and controlgear does not need to comply with its IP code after the test.

**b) Criterion No. 2**

Indicators do not ignite due to the effect of hot gases or burning liquids.

If indicators have been ignited, the assessment criterion may be regarded as having been met, if proof is established of the fact that the ignition was caused by glowing particles rather than hot gases or burning liquids. Pictures taken by high-speed cameras, video or any other suitable means can be used by the test laboratory to establish evidence.

Indicators ignited as a result of burning paint or stickers are also excluded.

**c) Criterion No. 3**

The switchgear and controlgear remains connected to its earthing point. Visual inspection is generally sufficient to assess compliance. In case of doubt, the continuity of the earthing connection shall be checked. To check the continuity, verify by testing with 30 A (DC) to the earthing point provided. The voltage drop shall be lower than 3 V.

**7.101.9 Transferability of the test results**

The validity of the results of a test carried out in a tested enclosure of a particular design of pole-mounted switchgear and controlgear can be extended to another test enclosure provided that the original test was more onerous and this other test enclosure can be considered as similar to the tested unit in the following aspects:

- mounting height of test enclosure with respect to the indicator positions;
- structure and strength of the enclosure;
- performance of the pressure relief device, if any;

- insulation system;
- physical influences (pressure rise, gas flow and thermal effects).

NOTE IEC TR 62271-307 can be used as a reference.

## **8 Routine tests**

Not applicable.

## **9 Guide to the selection of switchgear and controlgear**

### **9.1 General**

Pole-mounted switchgear and controlgear have been constructed in various forms that have evolved with changing technologies and functional requirements. The selection of pole-mounted switchgear and controlgear essentially involves an identification of the functional requirements for the service installation.

Such requirements should take account of applicable legislation and user safety rules.

#### **9.101 Internal arc fault**

##### **9.101.1 General**

If the switchgear and controlgear is installed, operated and maintained in accordance with the instructions of the manufacturer, there should be low probability that an internal arc occurs, but it cannot be completely disregarded. Failure within the enclosure of pole-mounted switchgear and controlgear due either to a defect or an exceptional service condition or maloperation can initiate an internal arc, which constitutes a hazard, if persons are present.

When selecting pole-mounted switchgear and controlgear, the possibility of the occurrence of internal arc faults should be properly addressed, with the aim of providing an acceptable protection level for operators and, where applicable, for the general public.

This protection is achieved by reducing the risk to a tolerable level. According to ISO/IEC Guide 51, risk is the combination of the probability of occurrence of harm and the severity of the harm. (Refer to Clause 5 of ISO/IEC Guide 51:2014 on the concept of safety.[16])

Therefore, the selection of adequate equipment, in relation to internal arc, should be governed by a procedure to achieve a level of tolerable risk. Such a procedure is described in Clause 6 of ISO/IEC Guide 51:2014 [16]. This procedure is based on the assumption that the user has a role to play in the risk reduction.

##### **9.101.2 Causes and preventive measures**

Experience has shown that faults are more likely to occur in some locations inside an enclosure than in others. For guidance, Table 3 gives a list of locations where experience shows that faults are most likely to occur. It also gives causes of failure and possible measures to decrease the probability of internal arc faults. If necessary, the user should implement applicable preventive measures to the installation, commissioning, operation and maintenance.

**Table 3 – Locations, causes and examples of measures to decrease the probability of internal arc faults**

| <b>Locations where internal arc faults are most likely to occur</b><br><b>(1)</b> | <b>Possible causes of internal arc faults</b><br><b>(2)</b>  | <b>Examples of possible preventive measures</b><br><b>(3)</b>                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Connections (Inside the enclosure)                                                | Inadequate design                                            | Selection of adequate dimensions<br>Use of appropriate materials                                                                                      |
|                                                                                   | Faulty assembly                                              | Checking of workmanship and/or dielectric test on site.                                                                                               |
|                                                                                   | Failure of solid or liquid insulation (defective or missing) | Checking of workmanship and/or dielectric test on site. Regular checking of fluid levels, where applicable                                            |
| Disconnectors<br>Switches<br>Earthing switches                                    | Maloperation                                                 | Interlocks. Delayed reopening. Independent manual operation. Making capacity for switches and earthing switches. Instructions to personnel            |
| Bolted connections and contacts                                                   | Corrosion                                                    | Use of corrosion inhibiting coating and/or greases.<br>Use of plating. Encapsulation, where possible<br>Supplemental heating to prevent condensation. |
|                                                                                   | Faulty assembly                                              | Checking of workmanship by suitable means. Correct torque. Adequate locking means                                                                     |
|                                                                                   |                                                              | Checking of workmanship at site.                                                                                                                      |
| Instrument transformers                                                           | Ferro-resonance                                              | Avoidance of these electrical influences by suitable design of the circuit                                                                            |
|                                                                                   | Short circuit on low-voltage side for VTs                    | Avoid short circuit by proper means for example, protection cover, low-voltage fuses                                                                  |
| Circuit-breakers                                                                  | Insufficient maintenance                                     | Regular programmed maintenance<br>Instructions to personnel                                                                                           |
| All locations                                                                     | Error by personnel                                           | Limitation of access by compartmentalisation.<br>Insulation embedded live parts. Instructions to personnel                                            |
|                                                                                   | Ageing under electric stresses                               | Partial discharge routine tests                                                                                                                       |
|                                                                                   | Pollution, moisture ingress of dust, vermin, etc.            | Measures to ensure that the specified service conditions are achieved. Use of sealed compartments                                                     |
|                                                                                   | Overvoltages                                                 | Surge protection. Adequate insulation co-ordination.<br>Dielectric tests on site                                                                      |

### 9.101.3 Supplementary protective measures

Other measures can be adopted to provide the highest possible level of protection to persons in case of an internal arc. These measures are aimed to limit the external consequences of such events.

Following are some examples of these measures:

- rapid fault clearance times initiated by detectors sensitive to light, pressure or heat;
- application of suitable fuses in combination with switching devices to limit the let-through current and fault duration;
- fast elimination of arc by diverting it to metallic short circuit by means of fast-sensing and fast-closing devices;
- remote operation instead of operation at the base of the switchgear and controlgear;
- pressure-relief device;

#### 9.101.4 Considerations for the selection and installation

The user shall make a selection, taking into account the characteristics of the network, operating procedures and service conditions.

As a guide for the selection of the adequate switchgear and controlgear with respect to internal arcs, the following criteria can be used:

- where the risk is considered negligible, IAC designated switchgear is not necessary;
- where the risk is considered to be relevant, IAC designated switchgear should be used.

For the second case, the selection should be made by taking into account the foreseeable maximum level of current and duration of the fault, in comparison with the rated values of the tested equipment. In addition, the installation instructions of the manufacturer should be followed (refer to Clause 11). In particular, the location of personnel during an internal arc event is important.

The protection of persons in case of an internal arc is not only a matter of design and IAC designation of the switchgear and controlgear but depends also on the installation conditions. Internal arc faults inside pole-mounted switchgear and controlgear can occur in a number of locations and can cause various physical phenomena. For example, the arc energy resulting from an arc developed in any insulating fluid within the enclosure will cause an internal overpressure and local overheating which will result in mechanical and thermal stressing of the equipment. Moreover, the materials involved can produce hot decomposition products, either gaseous or vaporous, which can be discharged to the outside of the enclosure. Therefore, appropriate measures should be considered for the installation site.

For pole-mounted switchgear, the minimum installation height is based on the rated approach distance declared by the manufacturer plus a suitable distance above the general public.

#### 9.101.5 Internal arc test

The internal arc test is intended to verify the effectiveness of the design in protecting persons in case of an internal arc, during normal operating conditions. The test does not assess the behaviour of the switchgear and controlgear under any condition of maintenance or work, when parts of the enclosure, including the low-voltage compartment, are open or dismantled.

The internal arc test is applicable to pole-mounted switchgear and controlgear, to which an Internal Arc Classification is to be assigned.

NOTE It is in general not possible to calculate the permissible arc duration for a current which differs from that used in the test. The maximum pressure during the test will generally not decrease with a shorter arcing time and there is no universal rule according to what arc duration is permissible with a lower test current.

#### 9.101.6 IAC designation

IAC designation indicates a tested level of protection of persons under normal operating conditions as stated in 7.101.2. It is concerned with personnel protection under these conditions; it is not concerned with personnel protection under maintenance conditions nor with service continuity.

When an Internal Arc Classification is assigned, according to 7.101, the pole-mounted switchgear and controlgear will be designated as follows.

- General: designation IAC (initials for Internal Arc Classified).
- Rated values: arc fault current in kiloamperes (kA), and duration in seconds (s) (according to 7.101.6). Single phase values can be assigned to switchgear and controlgear, having one or more high-voltage compartments where its construction will prevent the arc from becoming multiphase, as demonstrated during the internal arc test. The relationship between neutral earthing and single phase-to-earth arc fault current is given in Table 4.

Users should specify a single phase-to-earth arc fault current rating when they require a value higher than 87 % of the three-phase rating, or can accept a lower value, depending on the neutral earthing.

**Table 4 – Single phase-to-earth arc fault current depending on the network neutral earthing**

| Type of network neutral earthing                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Single phase-to-earth arc fault current                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Isolated neutral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | up to 87 % of the three-phase rated arc fault current      |
| Impedance earthed neutral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 100 % of the rated single phase-to-earth arc fault current |
| Solidly earthed neutral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 100 % of the three-phase rated arc fault current           |
| <p>NOTE 1 If the rated single phase-to-earth arc fault current covers the condition of solidly earthed neutral, all other earthing conditions of the network are also covered.</p> <p>NOTE 2 For systems with isolated neutral, the maximum single phase-to earth fault current could theoretically reach levels up to 87 % of the three-phase rated arc fault current (single phase-to-earth fault current under conditions of double-earth fault). However, double-earth faults at independent locations in the proximate vicinity of a single phase-to-earth fault subjected switchgear and controlgear have a very low probability. Therefore this condition could not be applicable and the user can specify a reduced single phase-to-earth arc fault current rating.</p> <p>NOTE 3 Resonant earthed (neutral) systems are covered in this table by the term 'isolated neutral'.</p> |                                                            |

## 10 Information to be given with enquiries, tenders and orders (informative)

### 10.1 General

When enquiring about or ordering an installation of IAC specified pole-mounted switchgear and controlgear the IAC pole-mounted designation, rated approach distance, arc fault currents and duration shall be included.

## 11 Transport, storage, installation, operation instruction and maintenance

### 11.1 General

It is essential that the transport, storage and installation of switchgear and controlgear, as well as their operation and maintenance in service, be performed in accordance with instructions given by the manufacturer.

### 11.2 Conditions during transport, storage and installation

A special agreement should be made between manufacturer and user if the service conditions of temperature and humidity defined in the order cannot be guaranteed during transport, storage and installation. Special precautions may be essential for the protection of insulation during transport, storage and installation, and prior to energizing, to prevent moisture absorption due, for instance, to rain, snow or condensation. Vibrations during transport shall be considered. Appropriate instructions should be provided by the manufacturer.

### **11.3 Installation**

#### **11.3.1 General**

For IAC classified switchgear and controlgear, guidance on safe installation conditions for the case of an internal arc should be provided. The hazards of the actual installation condition should be assessed with respect to installation conditions validated during the internal arc classification (refer to 7.101). However, if the purchaser (user) considers that the risk is not relevant, the switchgear and controlgear can be installed without the restrictions indicated by the manufacturer. The minimum installation height is the declared rated approach distance plus 2 m.

#### **11.101 Maintenance**

##### **11.101.1 General**

Where necessary, the manufacturer shall provide guidance on any maintenance requirements in order to maintain the integrity of the IAC designation over the life of the product. Refer to the sections of Table 3 as examples where maintenance can be considered over the life of the switchgear and controlgear.

### **12 Safety**

#### **12.1 General**

As far as the protection of persons is concerned, the correct performance of the pole-mounted switchgear and controlgear in the event of an internal arc is not only a matter of design of the equipment itself, but also of the installation conditions, operating procedure and if applicable maintenance procedures, for instance, see 9.101.

### **13 Influence of the product on the environment**

The manufacturer shall be prepared to provide on request, relevant information about the environmental impact of the switchgear. The manufacturer shall give guidance on request, concerning disassembly and end-of-life procedures for the different materials and components of the equipment and indicate recycling suitability.

## Annex A (normative)

### Identification of the test objects

#### A.1 General

For identification of a test object, the following topics shall be covered.

#### A.2 Data

- Manufacturer's name;
- Type designation, ratings and unique identifier of test object;
- Outline description of test object (including number of poles, interlocking system, busbar system, earthing system, and the arc extinguishing process);
- Make, type, and ratings of essential parts, where applicable (for example, drive mechanisms, interrupters, shunt impedances, relays, fuse links, insulators);
- Rated characteristics of fuse links and protective devices;
- Whether the apparatus is intended for operation in the vertical and horizontal plane.
- Mock-ups (if used) details shall also be given

#### A.3 Drawings

| Drawings to be submitted                                                                                                                  | Drawing content (as applicable)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Single-line diagram of main circuit                                                                                                       | Type designation of principal components                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| General layout<br><br>NOTE For an assembly it may be necessary to provide drawings of the complete assembly and of each switching device. | Overall dimensions<br>Supporting structure and mounting points<br>Enclosure(s)<br>Pressure-relief devices<br>Conducting parts of main circuit<br>Earthing conductors and earthing connections<br>Electrical clearances:<br>– to earth, between open contacts;<br>– between poles.<br>Location and dimensions of barriers between poles<br>Location of earthed metallic screens, shutters or partitions in relation to live parts<br>Liquid insulation level<br>Location and type designation of insulators<br>Location and type designation of instrument transformers |
| Detailed drawings of insulators                                                                                                           | Material<br>Dimensions (including profile and creepage distances)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Arrangement drawings of cable boxes                                                                                                       | Electrical clearances<br>Principal dimensions<br>Terminals<br>Level or quantity and specifications of insulant in filled boxes<br>Cable termination details                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

## Bibliography

- [1] IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*
- [2] IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*
- [3] IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*  
IEC 60529:1989/AMD1:1999  
IEC 60529:1989/AMD2:2013
- [4] IEC 60909-0:2016, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*
- [5] IEC 60243-1:2013, *Electric strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*
- [6] IEC 62271-100, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating current circuit-breakers*
- [7] IEC 62271-203:2003, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*
- [8] IEC TR 62271-303:2008, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 303: Use and handling of sulphur hexafluoride (SF<sub>6</sub>)*
- [9] EN 50187:1996, *Gas-filled compartments for AC switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*
- [10] IEEE C37.20.7:2001, *IEEE Guide for Testing Medium-Voltage Metal-Enclosed Switchgear for Internal Arcing Faults*
- [11] IEC 62271-102:2001, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches*  
IEC 62271-102:2001/AMD1:2011  
IEC 62271-102:2001/AMD2:2013
- [12] IEC 62271-103, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 103: Switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV*
- [13] IEC 62271-111:2012, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 111: Automatic circuit reclosers and fault interrupters for alternating current systems up to 38 kV*
- [14] IEC 62271-200:2011, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*
- [15] IEC TR 62271-307, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 307: Guidance for the extension of validity of type tests of AC metal and solid-insulation enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

- [16] ISO/IEC Guide 51:2014, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*
- [17] CIGRE BROCHURE 686:2017, *Mitigating the effects of arc in M.V. Switchgear*
- [18] IEC 60038:2009, *IEC standard voltages*
- [19] IEC 60059:1999, *IEC standard current ratings*  
IEC 60059:1999/AMD1:2009

---

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-214:2019

## SOMMAIRE

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                           | 34 |
| INTRODUCTION.....                                                            | 36 |
| 1 Domaine d'application .....                                                | 37 |
| 2 Références normatives .....                                                | 37 |
| 3 Termes et définitions .....                                                | 37 |
| 3.1 Termes et définitions généraux .....                                     | 38 |
| 4 Conditions de service normales et spéciales .....                          | 40 |
| 4.1 Généralités .....                                                        | 40 |
| 5 Caractéristiques assignées.....                                            | 40 |
| 5.1 Généralités .....                                                        | 40 |
| 5.2 Tension assignée ( $U_r$ ).....                                          | 40 |
| 5.2.1 Généralités .....                                                      | 40 |
| 5.3 Niveau d'isolement assigné ( $U_d$ , $U_p$ , $U_s$ ) .....               | 40 |
| 5.4 Fréquence assignée ( $f_r$ ) .....                                       | 40 |
| 5.101 Caractéristiques assignées de la classification arc interne (IAC)..... | 40 |
| 5.101.1 Généralités .....                                                    | 40 |
| 5.101.2 Distance d'approche assignée ( $D_{AP}$ ).....                       | 41 |
| 5.101.3 Courants de défaut d'arc assignés ( $I_A$ , $I_{Ae}$ ) .....         | 41 |
| 5.101.4 Durée de défaut d'arc assignée ( $t_A$ , $t_{Ae}$ ) .....            | 41 |
| 6 Conception et construction .....                                           | 41 |
| 6.11 Plaque signalétique .....                                               | 41 |
| 6.11.1 Généralités .....                                                     | 41 |
| 6.101 Défaut d'arc interne .....                                             | 42 |
| 6.102 Enveloppe.....                                                         | 42 |
| 7 Essais de type .....                                                       | 43 |
| 7.1 Généralités .....                                                        | 43 |
| 7.1.1 Principes fondamentaux .....                                           | 43 |
| 7.1.2 Informations pour l'identification de l'objet d'essai .....            | 43 |
| 7.1.3 Informations à inclure dans les rapports d'essais de type .....        | 44 |
| 7.101 Essai de type d'arc interne.....                                       | 45 |
| 7.101.1 Généralités .....                                                    | 45 |
| 7.101.2 Conditions d'essai .....                                             | 45 |
| 7.101.3 Disposition de l'appareil.....                                       | 46 |
| 7.101.4 Indicateurs (pour l'évaluation des effets thermiques des gaz) .....  | 47 |
| 7.101.5 Disposition des indicateurs .....                                    | 47 |
| 7.101.6 Paramètres d'essai .....                                             | 48 |
| 7.101.7 Procédure d'essai .....                                              | 49 |
| 7.101.8 Conditions de réussite des essais.....                               | 54 |
| 7.101.9 Transférabilité des résultats d'essai .....                          | 54 |
| 8 Essais individuels de série .....                                          | 54 |
| 9 Guide pour le choix de l'appareillage .....                                | 55 |
| 9.1 Généralités .....                                                        | 55 |
| 9.101 Défaut d'arc interne .....                                             | 55 |
| 9.101.1 Généralités .....                                                    | 55 |
| 9.101.2 Causes et mesures préventives .....                                  | 55 |
| 9.101.3 Mesures de protection supplémentaires .....                          | 56 |

|                      |                                                                                                                                 |    |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 9.101.4              | Considérations relatives au choix et à l'installation .....                                                                     | 57 |
| 9.101.5              | Essai d'arc interne .....                                                                                                       | 57 |
| 9.101.6              | Désignation IAC.....                                                                                                            | 57 |
| 10                   | Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes (informatif) .....                           | 58 |
| 10.1                 | Généralités .....                                                                                                               | 58 |
| 11                   | Transport, stockage, installation, instructions de fonctionnement et maintenance .....                                          | 58 |
| 11.1                 | Généralités .....                                                                                                               | 58 |
| 11.2                 | Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation .....                                                | 58 |
| 11.3                 | Installation .....                                                                                                              | 59 |
| 11.3.1               | Généralités .....                                                                                                               | 59 |
| 11.101               | Maintenance .....                                                                                                               | 59 |
| 11.101.1             | Généralités .....                                                                                                               | 59 |
| 12                   | Sécurité .....                                                                                                                  | 59 |
| 12.1                 | Généralités .....                                                                                                               | 59 |
| 13                   | Influence du produit sur l'environnement .....                                                                                  | 59 |
| Annexe A (normative) | Identification des objets d'essai.....                                                                                          | 60 |
| A.1                  | Généralités .....                                                                                                               | 60 |
| A.2                  | Données .....                                                                                                                   | 60 |
| A.3                  | Plans .....                                                                                                                     | 60 |
| Bibliographie        | .....                                                                                                                           | 61 |
| Figure 1             | – Exemples d'enveloppes et de compartiment(s) dans différentes dispositions.....                                                | 43 |
| Figure 2             | – Disposition d'essai des appareillages montés sur poteau .....                                                                 | 46 |
| Figure 3             | – Indicateur horizontal.....                                                                                                    | 47 |
| Figure 4             | – Organigramme pour le choix d'amorçage d'arc selon la construction.....                                                        | 52 |
| Tableau 1            | – Informations sur la plaque signalétique.....                                                                                  | 42 |
| Tableau 2            | – Paramètres d'essai de défaut interne selon l'enveloppe et la construction du compartiment.....                                | 51 |
| Tableau 3            | – Emplacements, causes et exemples de mesures permettant de réduire la probabilité d'occurrence d'un défaut d'arc interne ..... | 56 |
| Tableau 4            | – Courant de défaut d'arc phase-terre monophasé selon la mise à la terre du neutre du réseau.....                               | 58 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

**Partie 214: Classification arc interne des appareillages sous enveloppe métallique de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV montés sur poteau**

## 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. À 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 Norme internationale IEC 62271-214 a été établie par le sous-comité 17C: Ensembles, du comité d'études 17 de l'IEC: Appareillage haute tension.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

| FDIS         | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 17C/706/FDIS | 17C/710/RVD     |

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Cette norme doit être lue conjointement avec l'IEC 62271-1, deuxième édition, publiée en 2017, à laquelle elle fait référence et qui est applicable sauf spécification particulière dans la présente norme. Pour faciliter le repérage des exigences correspondantes, cette norme utilise une numérotation identique des articles et des paragraphes à celui de l'IEC 62271-1. Les modifications de ces articles et de ces paragraphes ont des références identiques ; les paragraphes supplémentaires, qui n'ont pas d'équivalent dans l'IEC 62271-1, sont numérotés à partir de 101. Tout article comprenant le terme «Non applicable» suppose que l'article n'est pas applicable à l'IEC 62271-214, mais ne suppose pas que l'article s'applique ou non à la norme de l'appareillage applicable.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62271, publiées sous le titre général *Appareillage à haute tension*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-214:2019

## INTRODUCTION

L'IEC 62271-214 a été développée à la suite de la demande de supprimer de l'IEC 62271-200 les appareillages montés sur poteau classifiés arc interne (IAC) selon le Type C. Seuls les équipements terminaux sous enveloppe doivent être pris en compte dans l'IEC 62271-200. Pour cette raison, l'IEC 62271-214 doit être considérée comme indépendante de l'IEC 62271-200. Toutefois elle reste reliée aux autres normes de produits de la série IEC 62271.

Seuls les appareillages à bornes ouvertes montés sur poteau sont pris en compte dans le présent document.

Ces équipements se rapportent aux systèmes triphasés, biphasés et monophasés.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-214:2019

## APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

### Partie 214: Classification arc interne des appareillages sous enveloppe métallique de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV montés sur poteau

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62271 spécifie les exigences relatives à la classification arc interne des appareillages sous enveloppe métallique montés sur poteau, utilisés pour du courant alternatif, de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV, et de fréquences de service inférieures ou égales à 60 Hz. Le présent document s'applique aux équipements triphasés, biphasés et monophasés. Les enveloppes peuvent comprendre des composants fixes et amovibles et peuvent être remplies de fluide (liquide ou gaz) pour l'isolation.

NOTE Pour l'utilisation du présent document, la haute tension (IEC 60050-601:1985, 601-01-27) est la tension assignée supérieure à 1 000 V. Cependant, la moyenne tension (IEC 60050-601:1985, 601-01-28) est communément utilisée pour les réseaux de distribution avec des tensions supérieures à 1 kV et est généralement appliquée pour des tensions inférieures ou égales à 52 kV; se reporter à [1] de la Bibliographie.

Le présent document n'exclut pas que d'autres équipements puissent être inclus dans la même enveloppe. Dans ce cas, toute influence possible dudit équipement sur l'appareillage doit être prise en compte.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60050-151:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

IEC 60050-441:1984, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 441: Appareillage et fusibles*

IEC 62271-1:2017, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes pour appareillage à courant alternatif*

#### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050-151, l'IEC 60050-441 et dans l'IEC 62271-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

NOTE Les définitions supplémentaires sont classées de façon à être alignées avec le système de classification de l'IEC 60050-441.

### 3.1 Termes et définitions généraux

#### 3.1.101

##### **appareillage sous enveloppe métallique**

ensemble d'appareillage avec une enveloppe métallique externe destinée à être mise à la terre et complètement fermée, à l'exception des connexions extérieures

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-12-04, modifiée – la NOTE a été supprimée]

#### 3.1.102

##### **unité fonctionnelle**

partie d'un appareillage monté sur poteau comprenant tous les éléments des circuits principaux et des circuits auxiliaires qui concourent à l'exécution d'une seule fonction

Note 1 à l'article: Les unités fonctionnelles se différencient selon la fonction pour laquelle elles sont prévues: unité d'arrivée, unité de départ, etc.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-04, modifiée – les références à la fourniture en énergie dans la note ont été supprimées]

#### 3.1.103

##### **enveloppe**

partie d'un ensemble procurant un degré de protection spécifié du matériel contre les influences externes et un degré de protection spécifié contre l'approche des parties actives ou le contact avec elles ou contre le contact avec des pièces en mouvement

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-01]

#### 3.1.104

##### **compartiment à haute tension**

compartiment d'un appareillage comprenant des parties conductrices à haute tension, sous enveloppe, sauf au niveau des ouvertures nécessaires à l'interconnexion, à la commande ou à la ventilation, où un segment du compartiment peut être une partie de l'enveloppe métallique externe reliée à la terre

#### 3.1.105

##### **composant**

partie principale des circuits haute tension ou de terre des appareillages montés sur poteau ayant une fonction spécifique

EXEMPLE Disjoncteur, sectionneur, commutateur, fusible, transformateur de mesure, traversée, barre omnibus.

#### 3.1.106

##### **circuit principal**

toutes les pièces conductrices à haute tension d'un appareillage monté sur poteau qui font partie d'un circuit destiné à transporter le courant permanent assigné-

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-02, modifiée – «à haute tension» a été ajouté, «ensemble» a été remplacé par «appareillage monté sur poteau» et «transporter l'énergie électrique» a été remplacé par «transporter le courant permanent assigné».]

#### 3.1.107

##### **circuit de terre**

conducteurs, connexions et parties conductrices des appareils de mise à la terre destinés à raccorder les parties conductrices à haute tension à la prise de terre de l'installation

Note 1 à l'article: Les parties des enveloppes métalliques raccordées à l'installation de mise à la terre peuvent être considérées comme partie intégrante du circuit de terre.

**3.1.108****dispositif de décharge de pression**

dispositif incorporé en tant que partie d'une enveloppe ou d'un compartiment et destiné à éviter une pression excessive dans l'enveloppe ou le compartiment

**3.1.109****compartiment à remplissage de fluide**

compartiment à haute tension d'un appareillage monté sur poteau rempli d'un fluide, soit un gaz autre que l'air ambiant, soit un liquide, à des fins d'isolation

**3.1.110****poteau**

support vertical simple en bois, béton, acier ou autre matériau, implanté dans le sol directement, ou par l'intermédiaire d'une fondation

Note 1 à l'article: Ne s'applique qu'à la version anglaise.

[SOURCE: IEC 60050-466:1990, 466-07-01, modifiée – la Note 1 à l'article a été ajoutée]

**3.1.111****appareillage monté sur poteau**

appareillage, généralement relié à des lignes aériennes, monté sur un ou plusieurs poteaux ou structures équivalentes à une hauteur définie, à l'accès restreint car installé hors d'atteinte

**3.1.112****appareillage classifié arc interne****IAC**

appareillage sous enveloppe métallique pour lequel les critères exigés de protection des personnes autorisées et du public, sont atteints en cas d'arc interne comme le prouvent les essais de type

Note 1 à l'article: Les caractéristiques données de 3.1.1013 à 3.1.1016 définissent la classification d'arc interne.

Note 2 à l'article: L'abréviation «IAC» est dérivée du terme anglais développé correspondant «internal arc classified».

[SOURCE: IEC 62271-200:2011, 3.132, modifiée – “autorisées” et “et du public” ont été ajoutés]

**3.1.113****courant de défaut d'arc**

valeur efficace triphasée et, le cas échéant, monophasée phase-terre du courant de défaut d'arc interne pour laquelle l'appareillage est conçu pour protéger les personnes en cas d'arc interne

[SOURCE: IEC 62271-200:2011, 3.132.3]

**3.1.114****durée de défaut d'arc**

durée du courant de défaut d'arc interne pour laquelle l'appareillage est conçu pour protéger les personnes en cas d'arc interne

[SOURCE: IEC 62271-200:2011, 3.132.4]

**3.1.115****distance d'approche**

distance entre l'objet d'essai et les indicateurs d'un essai IAC

**3.1.116****dispositif de limitation d'arc**

dispositif destiné à réagir aux conditions de défaut d'arc interne afin de réduire l'énergie de l'arc

[SOURCE: CIGRÉ BROCHURE 686:2017, *Mitigating the effects of arc in M.V. Switchgear* (disponible en anglais seulement)][17]<sup>1</sup>

**4 Conditions de service normales et spéciales****4.1 Généralités**

Sauf spécification contraire dans le présent document, le fonctionnement en conditions de service normales et spéciales est considéré comme couvert par la norme IEC appropriée.

**5 Caractéristiques assignées****5.1 Généralités**

Les caractéristiques assignées relatives à la classification de défaut d'arc des appareillages montés sur poteau sont les suivantes:

- a) tension assignée ( $U_r$ );
- b) fréquence assignée ( $f_r$ );
- c) caractéristiques assignées de la classification arc interne (IAC);

**5.2 Tension assignée ( $U_r$ )****5.2.1 Généralités**

La tension assignée est égale à la tension maximale du réseau pour laquelle le matériel est conçu. Elle indique la valeur maximale de la "tension la plus élevée du réseau" des réseaux pour lesquels le matériel peut être utilisé (se reporter à l'Article 9 de l'IEC 60038:2009).

NOTE Les composants formant une partie de l'appareillage monté sur poteau peuvent présenter des tensions assignées différentes conformément à leurs normes correspondantes.

**5.3 Niveau d'isolement assigné ( $U_d$ ,  $U_p$ ,  $U_s$ )**

Non applicable.

**5.4 Fréquence assignée ( $f_r$ )**

Les valeurs normalisées de la fréquence assignée sont 16,7 Hz, 25 Hz, 50 Hz et 60 Hz.

**5.101 Caractéristiques assignées de la classification arc interne (IAC)****5.101.1 Généralités**

Un appareillage monté sur poteau de classe IAC doit avoir les caractéristiques assignées suivantes: distance d'approche assignée, courants de défaut d'arc et durées de défaut d'arc.

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

### 5.101.2 Distance d'approche assignée ( $D_{AP}$ )

La distance d'approche assignée doit être établie par le constructeur (se reporter à la Figure 2).

### 5.101.3 Courants de défaut d'arc assignés ( $I_A$ , $I_{Ae}$ )

Il convient de choisir les valeurs normalisées des courants de défaut d'arc assignés dans la série R 10, spécifiée dans l'IEC 60059.

Deux caractéristiques assignées des courants de défaut d'arc sont reconnues:

- a) le courant de défaut d'arc triphasé et biphasé ( $I_A$ ), si applicable;
- b) le courant de défaut d'arc phase-terre monophasé ( $I_{Ae}$ ), si applicable.

Lorsque seule une caractéristique assignée triphasée est spécifiée, la caractéristique assignée monophasée est par défaut égale à 87 % de la caractéristique assignée triphasée, et peut ne pas être spécifiée.

NOTE 1 Les 87 % se justifient par l'essai de défaut d'arc biphasé; se reporter au 7.101.7.2.

Le constructeur doit spécifier les compartiments pour lesquels la caractéristique assignée de courant de défaut d'arc phase-terre monophasé s'applique. Une telle valeur est assignée aux appareillages pour lesquels la construction empêche l'arc d'évoluer en arc multiphasé, tel que démontré lors de l'essai d'arc interne.

Lors des essais de classification arc interne (IAC) sur un appareillage à haute tension monophasé ou des compartiments à haute tension monophasés durant lesquels seul un circuit d'alimentation monophasé est utilisé, seule une caractéristique assignée  $I_{Ae}$  doit être déterminée. (se reporter au 7.101.7.2).

NOTE 2 Des informations relatives à la relation entre le type de mise à la terre du neutre et le courant de défaut d'arc phase-terre monophasé sont fournies en 9.101.6.

### 5.101.4 Durée de défaut d'arc assignée ( $t_A$ , $t_{Ae}$ )

Les valeurs normalisées recommandées de durée de défaut d'arc ( $t_A$ ,  $t_{Ae}$ ) sont 0,1 s, 0,5 s et 1 s.

NOTE Il n'est pas possible en général de calculer la durée d'arc admissible pour un courant différent de celui utilisé dans l'essai.

## 6 Conception et construction

### 6.11 Plaque signalétique

#### 6.11.1 Généralités

Un appareillage monté sur poteau avec une IAC assignée doit inclure dans la plaque signalétique les informations IAC supplémentaires conformément au Tableau 1.

**Tableau 1 – Informations sur la plaque signalétique**

|                                                                                                                                                                                               | Abréviation      | Unité | **  | Condition:<br>Marquage exigé<br>seulement si                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| (1)                                                                                                                                                                                           | (2)              | (3)   | (4) | (5)                                                                      |
| Classification arc interne                                                                                                                                                                    | IAC              |       | X   |                                                                          |
| Distance d'approche assignée (DAP)                                                                                                                                                            | $D_{AP}$         | m     | X   |                                                                          |
| Courant et durée de défaut d'arc                                                                                                                                                              | $I_A, t_A$       | kA, s | Y   | Un essai triphasé ou biphasé s'applique                                  |
| Courant et durée de défaut d'arc phase-terre monophasé                                                                                                                                        | $I_{Ae}, t_{Ae}$ | kA, s | Y   | Un essai monophasé s'applique ou $I_{Ae}$ diffère de 87 % de $I_A$       |
| Équipé de dispositif de limitation d'arc                                                                                                                                                      |                  |       | Y   | Dispositif de limitation d'arc installé et non désactivé lors de l'essai |
| (**)<br>X = le marquage de ces valeurs est obligatoire lorsque la classification arc interne est assignée;<br>Y = les conditions de marquage de ces valeurs sont données dans la colonne (5). |                  |       |     |                                                                          |
| NOTE 1 S'il y a une abréviation dans la colonne (2), elle peut être utilisée à la place des termes de la colonne (1).                                                                         |                  |       |     |                                                                          |

### 6.101 Défaut d'arc interne

Les appareillages montés sur poteau sont, en principe, conçus et construits pour empêcher l'apparition de défauts d'arc interne.

Cependant, lorsque la classification arc interne est assignée, l'appareillage doit être conçu de façon à avoir un niveau défini de protection des personnes en cas d'arc interne lorsqu'il est en condition normale de service.

Lorsqu'une classification arc interne est assignée par le constructeur et vérifiée par des essais de type conformément au 7.101, l'appareillage monté sur poteau doit être conçu comme suit:

- Désignation: IAC (Classification Arc Interne)
- Défauts d'arc triphasés assignés (si applicable): courant [kA] et durée [s] et/ou
- Défauts d'arc monophasés assignés (si applicable): courant [kA] et durée [s]
- Si l'unité est équipée d'un dispositif limitant la durée d'arc qui ne peut être désactivé, alors la désignation IAC peut indiquer que l'appareillage est: «Équipé de dispositif de limitation d'arc»

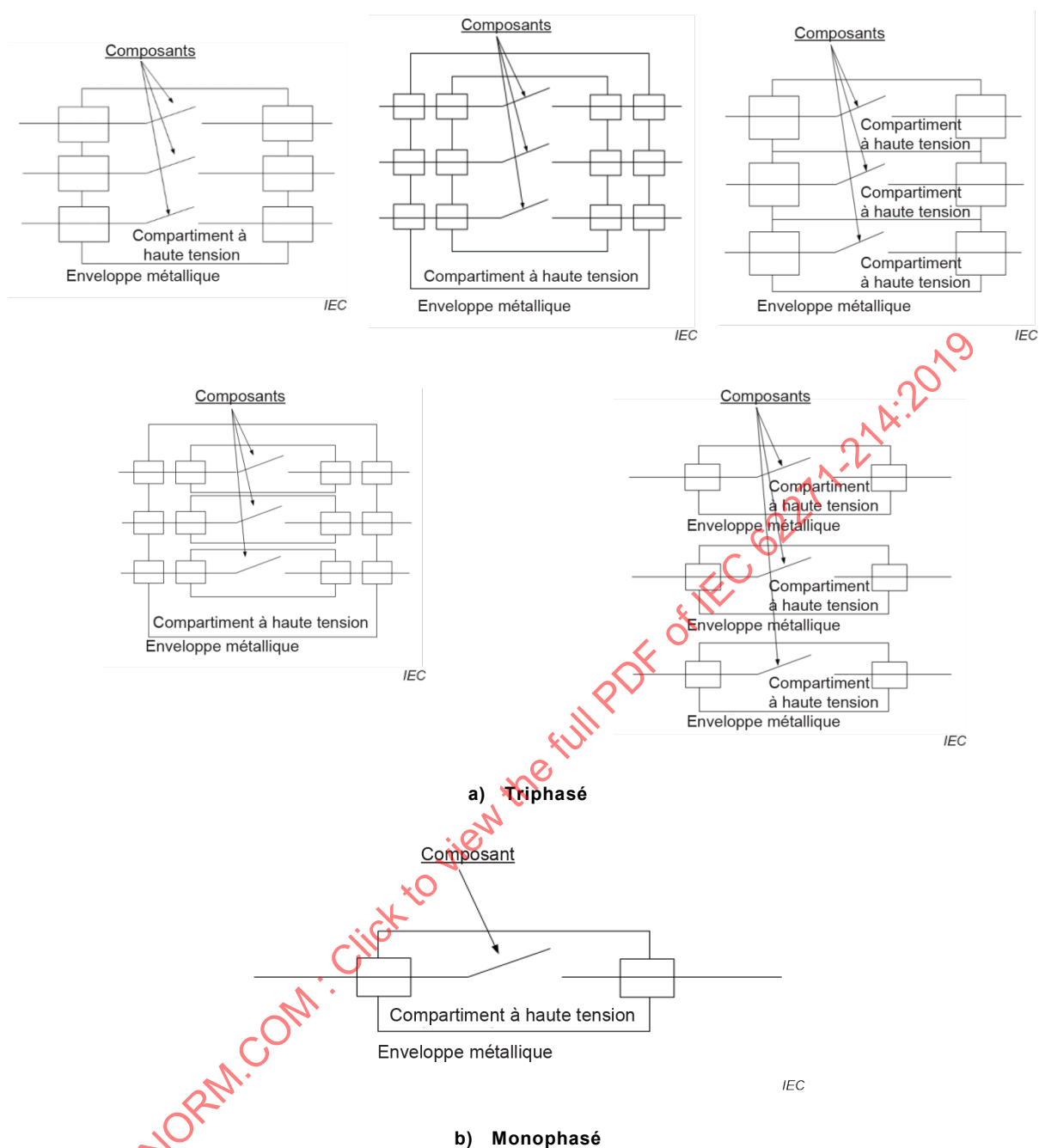
Cette désignation doit figurer sur la plaque signalétique (se reporter au 6.11).

Des exemples de classification arc interne sont donnés au 7.101.7.2.5.

### 6.102 Enveloppe

Il convient que l'enveloppe complète soit capable de supporter les contraintes mécaniques, électriques, thermiques et environnementales qu'il est probable d'observer en conditions normales de service.

La Figure 1 présente des exemples de différentes dispositions de composants dans un ou des compartiments à haute tension à l'intérieur d'une enveloppe.



**Figure 1 — Exemples d'enveloppes et de compartiment(s) dans différentes dispositions**

## 7 Essais de type

### 7.1 Généralités

#### 7.1.1 Principes fondamentaux

L'essai de type est effectué afin de vérifier les caractéristiques assignées de l'arc interne et les caractéristiques de l'appareillage monté sur poteau.

#### 7.1.2 Informations pour l'identification de l'objet d'essai

Le constructeur doit soumettre au laboratoire d'essai les plans et les autres données fournissant les informations suffisantes pour identifier sans ambiguïté les détails et les parties essentielles du type d'appareillages présenté à l'essai. Une liste résumée des plans et des

tableaux de données doit être fournie par le constructeur et doit avoir une référence unique. Elle doit également inclure une déclaration selon laquelle le constructeur garantit que les plans ou les tableaux de données répertoriés sont la version correcte et représentent réellement l'appareillage à soumettre aux essais.

Le laboratoire d'essai doit vérifier que les plans et fiches techniques représentent correctement les détails et parties essentielles de l'objet d'essai, mais n'est pas responsable de la précision des informations détaillées. Les plans particuliers et les données qui doivent être soumis par le constructeur au laboratoire d'essai pour l'identification des pièces essentielles de l'objet d'essai sont spécifiés à l'Annexe A.

### 7.1.3 Informations à inclure dans les rapports d'essais de type

Les résultats doivent être enregistrés dans des rapports d'essai contenant suffisamment de données pour prouver la conformité aux articles relatifs aux essais du présent document, et des informations suffisantes doivent être incluses afin de pouvoir identifier les parties essentielles de l'objet d'essai. Ils doivent comprendre en particulier les informations suivantes:

- le constructeur;
- la désignation de type et l'identificateur unique de l'appareillage;
- les caractéristiques assignées de l'appareillage;
- des photographies représentant l'état de l'appareillage avant et après l'essai;
- les plans d'encombrement et tableaux de données suffisants pour représenter l'appareillage;
- les numéros de référence de tous les plans, y compris le numéro de révision soumis pour identifier les parties essentielles de l'objet d'essai;
- les informations détaillées sur la disposition d'essai (y compris les schémas du circuit d'essai);
- la description du comportement de l'appareillage pendant l'essai et son état après l'essai;
- la description de l'objet d'essai avec un plan représentant les principales dimensions, les détails relatifs à la résistance mécanique, la disposition du ou des dispositifs de décharge de pression et la méthode de fixation de l'appareillage sur le ou les poteaux, incluant les caractéristiques du poteau;
- le point et la méthode d'amorçage du défaut d'arc interne;
- les plans du dispositif d'essai (objet d'essai, point de connexion côté source, cadre de montage des indicateurs et dimensions du poteau) et toute autre condition d'installation pertinente;
- la tension et la fréquence appliquée;
  - la désignation IAC validée par essai
  - y compris l'utilisation de protection par des fusibles si utilisée
  - y compris l'utilisation d'un dispositif de limitation d'arc si utilisé
- pour le courant présumé ou le courant d'essai:
  - a) la valeur efficace de la composante alternative du courant pendant les trois premiers demi-cycles;
  - b) la valeur de la plus haute crête;
  - c) la valeur moyenne de la composante alternative du courant durant la durée réelle de l'essai;
  - d) la durée d'essai;
- un ou des oscillogrammes représentant les courants et tensions;
- l'évaluation des résultats d'essai, comprenant un enregistrement des observations conformément au 7.101.8;
- autres remarques pertinentes.

## 7.101 Essai de type d'arc interne

### 7.101.1 Généralités

L'essai s'applique aux appareillages montés sur poteau pour lesquels la classification arc interne est assignée, et couvre les défauts d'arc à l'intérieur de l'enveloppe ou des enveloppes ou des composants dont les bords forment une partie de l'enveloppe en conditions normales de fonctionnement. L'essai d'arc interne tient compte des effets agissant sur toutes les parties de l'enveloppe, comme la surpression interne, les effets thermiques de l'arc ou de ses pieds, les effets des gaz chauds et des particules incandescentes éjectés.

Les essais ne sont pas destinés à couvrir par exemple:

- les influences d'un arc interne entre compartiments;
- les connexions externes à l'extérieur de l'enveloppe;
- les effets causés par l'explosion des composants à haute tension;
- la présence de gaz aux caractéristiques potentiellement toxiques ou le danger de propagation d'incendie sur des matériaux combustibles ou des équipements placés près de l'appareillage monté sur poteau.

### 7.101.2 Conditions d'essai

L'essai doit être réalisé avec l'appareillage en conditions normales de fonctionnement. La position des appareils de connexion à haute tension, connectant et déconnectant les parties amovibles, est réglée conformément au 7.101.7.1. Tous les autres équipements, par exemple les appareils de mesure et appareils de surveillance, doivent être en position normale de service.

Les appareillages montés sur poteau, protégés par des fusibles limiteurs de courant ayant passé avec succès leur essai de type et intégrés dans l'appareillage, doivent être soumis à l'essai avec le type de fusible causant le plus fort courant coupé limité. La durée réelle du passage de courant est contrôlée par les fusibles. Les essais doivent être réalisés à la tension assignée de l'équipement. L'appareillage soumis à l'essai est désigné comme «protégé par fusible». Le fusible spécifique utilisé pour la protection, comprenant la référence et les caractéristiques assignées du constructeur, doit être spécifié dans le manuel d'instructions.

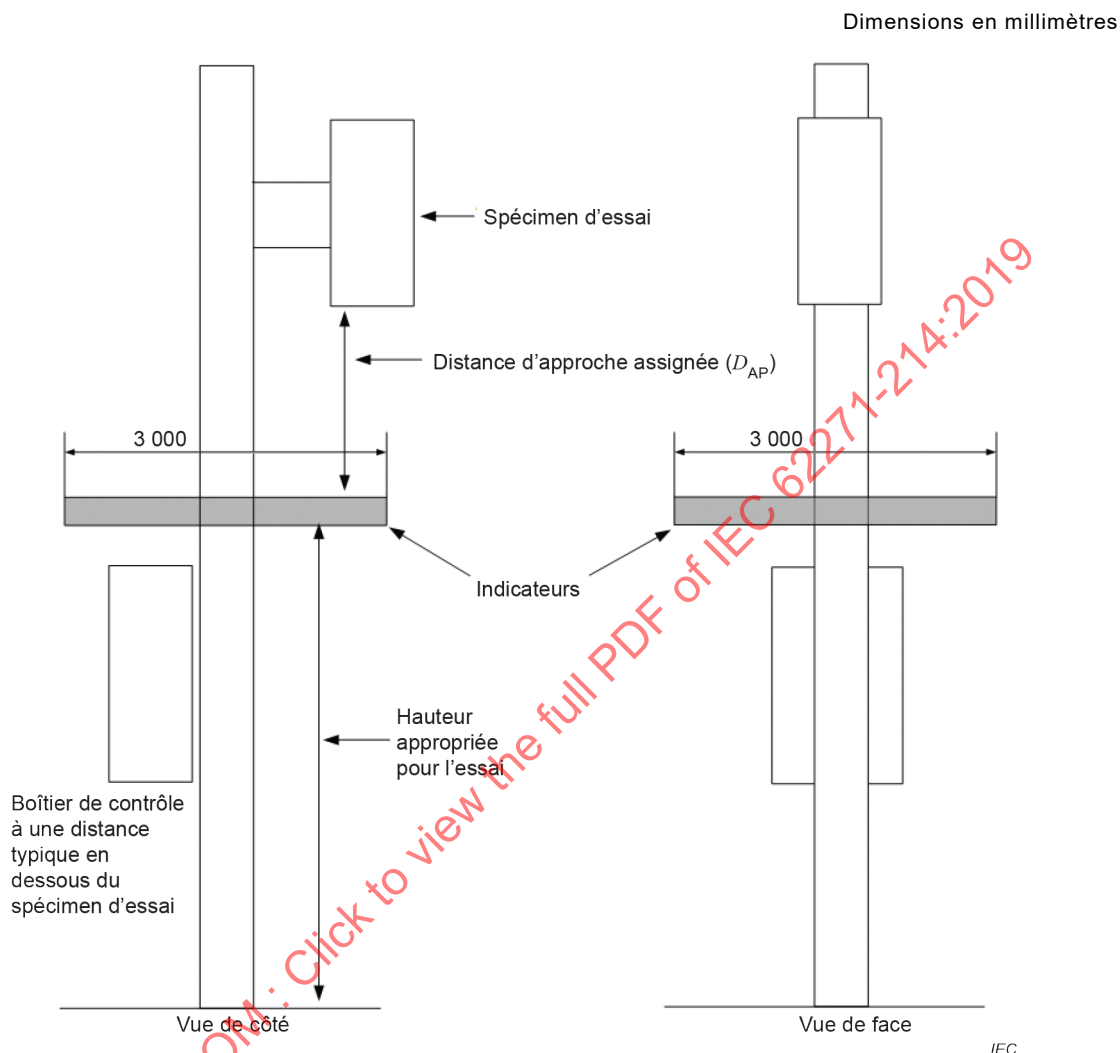
L'application de fusibles limiteurs de courant appropriés avec des appareils de connexion peut limiter le courant de court-circuit et réduire le plus possible la durée de défaut. Il a été clairement établi que l'énergie d'arc transférée lors de tels essais ne se prédit pas par  $I^2t$ . Dans le cas de fusibles limiteurs de courant, l'énergie d'arc maximale peut apparaître à des niveaux de courant inférieurs à la valeur de coupure assignée maximale. En outre, les effets de l'utilisation de dispositifs limiteurs de courant qui emploient des moyens pyrotechniques permettant la commutation du courant vers un fusible limiteur de courant doivent être pris en compte lors de l'évaluation des conceptions utilisant ces dispositifs.

Tout dispositif (par exemple, un relais de protection) pouvant déclencher automatiquement le circuit avant la fin de la durée présumée de l'essai doit être neutralisé lors de l'essai. Si l'appareillage monté sur poteau est équipé de dispositifs destinés à limiter la durée de l'arc par d'autres moyens (par exemple, en transférant le courant vers un court-circuit métallique), ceux-ci doivent être neutralisés lors de l'essai. Si ces dispositifs font partie intégrante du compartiment à haute tension ou de l'ensemble qui empêche de les neutraliser sans modification de la construction, le compartiment à haute tension concerné de l'appareillage peut être soumis à l'essai avec le dispositif activé; cependant cet appareillage doit être qualifié conformément à la durée d'arc réelle. Le courant d'essai doit être maintenu pendant la durée de défaut d'arc assignée de l'appareillage.

NOTE Puisque les dispositifs limiteurs d'arc ne relèvent pas du domaine d'application du présent document en général, et si l'appareillage a déjà été soumis à l'essai avec le dispositif limiteur neutralisé, un essai supplémentaire peut être effectué afin de démontrer le comportement de ce dispositif limiteur d'arc.

### 7.101.3 Disposition de l'appareil

La disposition d'essai des appareillages montés sur poteau raccordés par lignes aériennes doit être réalisée selon le schéma de principe de la Figure 2.



**Figure 2 – Disposition d'essai des appareillages montés sur poteau**

L'équipement doit être disposé comme suit:

- Des maquettes des composants internes sont autorisées à condition qu'elles aient les mêmes volumes et matériaux externes que les éléments originaux et qu'elles n'affectent pas les circuits principaux et de terre;
- l'objet d'essai doit être monté sur poteau. S'il y a un boîtier de contrôle et/ou des liaisons électriques/mécaniques à la base du poteau, ces derniers doivent être installés à une distance inférieure à l'objet d'essai dans une installation de service typique. L'objet d'essai doit être à une hauteur appropriée permettant la mise en place des indicateurs spécifiés en 7.101.5, ainsi que du boîtier de contrôle et/ou des liaisons électriques/mécaniques (le cas échéant);
- l'objet d'essai doit être relié à la terre par le point de mise à la terre fourni;
- les essais doivent être réalisés dans des compartiments à haute tension n'ayant pas été soumis à l'arc, ou, si ce n'est pas le cas, être en condition n'affectant pas les résultats de l'essai;
- dans le cas de compartiments à remplissage de fluide (autre que du SF<sub>6</sub>), l'essai doit être réalisé avec le fluide d'origine à sa pression assignée de remplissage ( $\pm 10\%$ );

- pour des raisons environnementales, il est recommandé de remplacer le SF<sub>6</sub> par de l'air à la pression assignée de remplissage ( $\pm 10\%$ ).

NOTE 1 Les résultats d'essai avec de l'air à la place du SF<sub>6</sub> sont considérés comme représentatifs.

NOTE 2 L'azote à la pression assignée de remplissage ( $\pm 10\%$ ) peut également être considéré comme un substitut au SF<sub>6</sub> en remplacement de l'air.

NOTE 3 Il convient de prévoir des dimensions physiques de la chambre d'essai suffisantes pour empêcher la réflexion de gaz chauds vers les indicateurs.

#### 7.101.4 Indicateurs (pour l'évaluation des effets thermiques des gaz)

##### 7.101.4.1 Généralités

Les indicateurs sont des morceaux de tissu de coton noirs, disposés de façon à ce que leurs bords ne soient pas orientés vers l'objet d'essai.

Du linon triplé de coton noir (d'environ 40 g/m<sup>2</sup>) doit être utilisé pour les indicateurs.

Une attention particulière doit être portée aux particules incandescentes qui ne doivent pas s'accumuler. Ceci est possible si les indicateurs sont montés sans cadre (se reporter à la Figure 3).

Les dimensions des indicateurs doivent être de 150 mm  $\times$  150 mm ( $^{+15}_{0}$  mm).

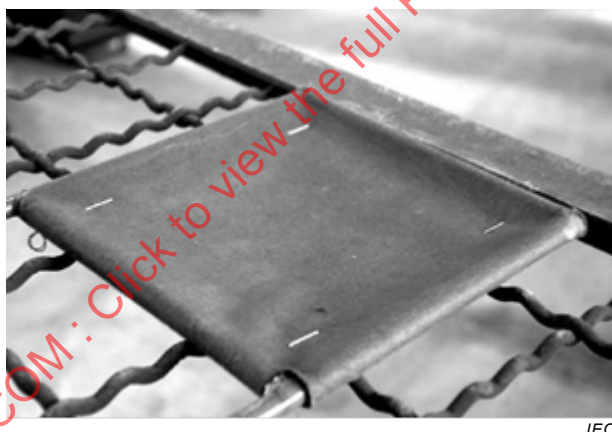


Figure 3 – Indicateur horizontal

La Figure 3 présente une disposition typique d'indicateur horizontal.

##### 7.101.5 Disposition des indicateurs

Les indicateurs doivent être disposés horizontalement, à la distance d'approche assignée ( $\pm 50$  mm) en dessous du point le plus bas de l'objet d'essai. Les indicateurs doivent couvrir la zone entière d'un cadre carré de 3 m x 3 m centré sur le poteau. Ils doivent être répartis uniformément, disposés sur une configuration en damier couvrant 40 % à 50 % de la zone (se reporter à la Figure 3).

Les indicateurs peuvent être placés à une hauteur appropriée pour permettre l'installation du boîtier de contrôle et/ou des liaisons électriques/mécaniques le cas échéant.

NOTE 1 Cet essai couvre la vérification de la protection du personnel autorisé et du public.

NOTE 2 Le linon triplé de coton (d'environ 40 g/m<sup>2</sup>) est considéré comme un vêtement léger d'été pour le public.

## 7.101.6 Paramètres d'essai

### 7.101.6.1 Généralités

Un essai effectué à une tension, un courant et une durée donnés est en général valide pour toutes les valeurs de courant, tension et durée inférieures.

### 7.101.6.2 Tension

L'essai doit être réalisé à toute tension appropriée inférieure ou égale à la tension assignée  $U_r$ . Si une tension inférieure à  $U_r$  est choisie, les conditions suivantes doivent être satisfaites.

- le courant efficace moyen lors de l'essai tel que calculé par un dispositif d'enregistrement numérique satisfait aux exigences de courant de 7.101.6.3.1;
- l'arc ne s'éteint pas prématurément sur une phase à laquelle il a été amorcé. Une extinction monophasée temporaire est autorisée, à condition que la durée cumulée des intervalles sans courant ne dépasse pas 2 % de la durée de l'essai, que les événements uniques ne durent pas après le prochain passage présumé du courant par zéro, et à condition que l'intégrale de la composante alternative du courant soit supérieure ou égale à la valeur spécifiée en 7.101.6.3.1 dans la phase concernée.

### 7.101.6.3 Courant

#### 7.101.6.3.1 Composante alternative

Le courant d'essai doit être réglé à une tolérance de  $\pm 5\%$  du courant de défaut d'arc assigné ( $I_A$ ,  $87\% I_A$  ou  $I_{Ae}$ ) selon le cas. Si la tension appliquée est égale à  $U_r$ , cette tolérance s'applique seulement au courant présumé.

Il convient que le courant reste constant. Si la capacité de l'installation d'essai ne le permet pas, l'essai doit être prolongé jusqu'à ce que l'intégrale de la composante alternative du courant ( $I^*t$ ) soit égale à la valeur spécifiée avec une tolérance de  $(+10\%)$ . Dans ce cas, le courant doit être égal à la valeur spécifiée au moins durant les trois premiers demi-cycles et ne doit pas être inférieur à 50 % de la valeur spécifiée à la fin de l'essai.

NOTE Des informations relatives à la relation entre le type de mise à la terre du neutre et le courant de défaut d'arc phase-terre monophasé sont fournies en 9.101.6.

#### 7.101.6.3.2 Valeur de crête du courant

Le moment de fermeture d'un essai triphasé doit être choisi de façon à ce que la valeur de crête du courant traverse l'une des phases extrêmes, et qu'une grande alternance se produise également dans l'autre phase extrême.

Si la tension appliquée est égale à  $U_r$ , la valeur de crête du courant présumé doit être réglée à 2,5 fois (pour les fréquences inférieures ou égales à 50 Hz) ou 2,6 fois (pour 60 Hz) la valeur efficace de la composante alternative du courant, définie en 7.101.6.3.1, avec une tolérance de  $+5\%$ .

Si la tension est inférieure à  $U_r$ , la valeur de crête du courant présumé n'est pas pertinente, mais la valeur de crête du courant de court-circuit de l'appareillage en essai ne doit pas descendre en dessous de 90 % de la valeur de crête assignée.

Pour des constantes de temps en courant continu supérieures à la norme définie de 45 ms du réseau d'alimentation, il convient d'utiliser une valeur uniforme de 2,7 fois la valeur efficace de la composante alternative du courant comme valeur assignée des applications de 50 Hz et 60 Hz.

En cas d'amorçage d'arc biphasé, ou phase-terre monophasé, le moment de fermeture doit être choisi de façon à fournir la composante continue la plus élevée possible.

### 7.101.6.3.3 Fréquence

Les essais réalisés à 50 Hz s'appliquent également à une fréquence de 60 Hz et inversement. À une fréquence assignée de 50 Hz ou 60 Hz, la fréquence au début de l'essai doit être comprise entre 48 Hz et 62 Hz. Aux autres fréquences, elle ne doit pas s'écarter de la valeur assignée de plus de  $\pm 10\%$ . Le facteur de crête doit satisfaire aux exigences de 7.101.6.3.2 selon le cas.

## 7.101.7 Procédure d'essai

### 7.101.7.1 Circuit d'alimentation

#### 7.101.7.1.1 Essais triphasés

Le circuit d'alimentation doit être triphasé et les trois phases de l'appareillage doivent être sous tension. Le point neutre du circuit d'alimentation peut être soit isolé, soit relié à la terre par une impédance, de façon à ce que le courant de terre maximal soit inférieur à 100 A. Cette configuration d'essai couvre tous les systèmes de mise à la terre du neutre.

#### 7.101.7.1.2 Essais monophasés

Une borne du circuit d'alimentation doit être reliée au point de mise à la terre fourni sur l'appareillage, une autre à la borne de l'objet d'essai en essai.

NOTE Des compartiments et des enveloppes monophasés n'ont qu'une phase en essai, comme défini au Tableau 2.

Dans le cas d'appareillages triphasés ou d'appareillages monophasés destinés à être utilisés dans un réseau triphasé, les deux phases restantes de l'objet d'essai doivent être mises sous tension à  $U_r/\sqrt{3}$ , qui peut être fournie par une source séparée de tension et qui peut ne pas être synchronisée. Si une source séparée est utilisée, les deux phases restantes peuvent être mises sous tension par la même source de tension monophasée. Si l'une des phases restantes est affectée par l'arc ou que les tensions chutent, l'essai doit être répété dans un essai d'arc interne triphasé.

#### 7.101.7.1.3 Essais biphasés

Deux phases du circuit d'alimentation triphasé doivent être reliées aux deux phases adjacentes de l'objet d'essai. Le point neutre du circuit d'alimentation peut être soit isolé, soit relié à la terre par une impédance, de façon à ce que le courant de terre maximal soit inférieur à 100 A. La phase restante de l'objet d'essai doit être mise sous tension à  $U_r/\sqrt{3}$ , qui peut être fournie par une source de tension séparée et qui peut ne pas être synchronisée. Si la phase restante est affectée par l'arc ou que la tension chute, l'essai doit être répété dans un essai d'arc interne triphasé.

#### 7.101.7.1.4 Dispositions d'alimentation

Les directions d'alimentation doivent être les suivantes:

- depuis les bornes reliées à l'alimentation, vers l'appareil de connexion principal, avec cet appareil en position fermée;
- pour une enveloppe dont le circuit principal comprend plusieurs composants: alimentation par un des jeux de plages disponibles, avec tous les appareils de connexion en position fermée, sauf les sectionneurs de terre le cas échéant, qui doivent rester en position ouverte.

## **7.101.7.2 Amorçage de l'arc**

### **7.101.7.2.1 Généralités**

L'arc doit être amorcé au moyen d'un câble en cuivre d'environ 0,5 mm de diamètre.

Le point d'amorçage doit être situé au point le plus éloigné, en aval de l'alimentation dans la voie de courant, à l'intérieur du compartiment à haute tension en essai. Si le circuit principal du compartiment à haute tension en essai comprend des dispositifs limiteurs de courant (par exemple des fusibles), le point d'amorçage doit être choisi en amont de ces dispositifs.

En cas de conceptions non symétriques, il convient d'utiliser le point d'amorçage de l'arc conduisant à l'essai le plus sévère pour ce qui concerne l'énergie d'arc et le risque de perforation de l'enveloppe.

Le nombre de phases à soumettre à l'essai, les dispositions de connexion et les actions à entreprendre si les autres phases sont affectées doivent être conformes au Tableau 2, selon la construction de l'enveloppe en essai.

NOTE Se reporter à la Figure 4 et aux exemples du 7.101.7.2.5.

Dans les compartiments où les parties actives sont couvertes par un isolant solide, l'arc doit être amorcé aux endroits suivants:

- a) aux intervalles ou surfaces de contact entre isolants de pièces isolées par un matériau solide, ou de cloisons isolantes
- b) lorsque a) ne s'applique pas, par perforation ou retrait partiel de l'isolation solide des conducteurs internes.

### **7.101.7.2.2 Amorçage d'arc triphasé**

L'arc doit être amorcé entre toutes les phases en essai.

### **7.101.7.2.3 Amorçage d'arc monophasé**

En cas d'amorçage phase-terre monophasé, l'arc doit être amorcé entre la phase et la terre la plus proche (monophasée). En cas d'appareillage triphasé, l'arc doit être amorcé entre la phase du milieu et la terre la plus proche.

Pour les compartiments à haute tension monophasés sans partie métallique adjacente reliée à la terre, une voie pour le câble d'amorçage de l'arc doit être créée jusqu'à la partie métallique reliée à la terre la plus proche.

### **7.101.7.2.4 Amorçage d'arc biphasé**

En cas d'amorçage biphasé, l'arc doit être amorcé entre la phase du milieu et l'une des phases adjacentes (biphasé).