

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Live working – Voltage detectors –
Part 1: Capacitive type to be used for voltages exceeding 1 kV AC**

**Travaux sous tension – Détecteurs de tension –
Partie 1: Type capacitif pour usage sur des tensions alternatives de plus de 1 kV**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-1:2021



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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
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

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - 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 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - 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.

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - 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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Live working – Voltage detectors –

Part 1: Capacitive type to be used for voltages exceeding 1 kV AC

Travaux sous tension – Détecteurs de tension –

Partie 1: Type capacitif pour usage sur des tensions alternatives de plus de 1 kV

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.260; 29.240.20; 29.260.99

ISBN 978-2-8322-9513-7

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.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	10
4 Requirements	14
4.1 General requirements	14
4.2 Functional requirements.....	15
4.2.1 Clear indication	15
4.2.2 Clear perceptibility.....	16
4.2.3 Temperature and humidity dependence of the indication.....	17
4.2.4 Frequency dependence	18
4.2.5 Response time.....	18
4.2.6 Power source dependability	18
4.2.7 Testing element.....	18
4.2.8 Non-response to DC voltage	18
4.2.9 Time rating	18
4.2.10 Electromagnetic compatibility (EMC)	18
4.3 Electrical requirements	18
4.3.1 Insulating material	18
4.3.2 Protection against bridging	19
4.3.3 Resistance against sparking.....	19
4.4 Mechanical requirements	19
4.4.1 General	19
4.4.2 Design.....	19
4.4.3 Dimensions, construction.....	19
4.4.4 Grip force and deflection.....	22
4.4.5 Vibration resistance	22
4.4.6 Drop resistance	22
4.4.7 Shock resistance	22
4.5 Markings	22
4.6 Documents for the user.....	23
4.7 Instructions for use	23
4.8 Requirements in case of reasonably foreseeable misuse of the selector	23
4.8.1 Initial position of the selector	23
4.8.2 Voltage indication at an incorrect low position of the selector (where relevant)	23
5 Specific requirements	23
5.1 For insulating element of a voltage detector as a complete device	23
5.1.1 Dielectric strength.....	23
5.1.2 Leakage current.....	23
5.2 Insulation of the indicator casing of voltage detector as a separate device	23
5.3 Stand-by state	23
5.4 Ready to operate state.....	23
6 Tests	24
6.1 General.....	24

6.1.1	Testing provisions	24
6.1.2	Atmospheric conditions	24
6.1.3	Tests under wet conditions	24
6.1.4	Type test	24
6.1.5	Test methods	25
6.2	Function tests	26
6.2.1	Clear indication	26
6.2.2	Electromagnetic compatibility (EMC)	37
6.2.3	Clear perceptibility of visual indication	38
6.2.4	Clear perceptibility of audible indication	40
6.2.5	Frequency dependence	42
6.2.6	Response time	42
6.2.7	Power source dependability	42
6.2.8	Check of testing element	43
6.2.9	Non-response to DC voltage	43
6.2.10	Time rating	43
6.3	Dielectric tests	44
6.3.1	Insulating material for tubes and rods for voltage detectors as a complete device	44
6.3.2	Protection against bridging for indoor and outdoor type voltage detectors	45
6.3.3	Protection against bridging for outdoor type voltage detector	50
6.3.4	Spark resistance	52
6.4	Mechanical tests	52
6.4.1	Visual and dimensional inspection	52
6.4.2	Grip force and deflection (only applicable for voltage detector as a complete device)	52
6.4.3	Vibration resistance	53
6.4.4	Drop resistance	54
6.4.5	Shock resistance	54
6.4.6	Climatic dependence	54
6.4.7	Durability of markings	56
7	Specific tests	56
7.1	Leakage current for voltage detector as a complete device	56
7.1.1	General	56
7.1.2	Leakage current under dry conditions	56
7.1.3	Leakage current under wet conditions (outdoor type and exclusively outdoor type)	57
7.1.4	Alternative test for voltage detectors having completed the production phase	58
7.2	Test for stand-by state	58
7.3	Test for ready to operate state	58
8	Test for reasonably foreseeable misuse of the selector	59
8.1	Initial position of the selector	59
8.2	Voltage indication at incorrect low position of the selector (where relevant)	59
9	Conformity assessment of voltage detectors having completed the production phase	59
10	Modifications	59
Annex A (normative) Suitable for live working; double triangle (IEC-60417-5216:2002-10)		60

Annex B (normative) Instructions for use	61
Annex C (normative) Chronology of type tests	63
Annex D (informative) Classification of defects and tests to be allocated	65
Annex E (informative) Rationale for the classification of defects	67
Annex F (informative) Information and guidelines on the use of the limit mark and of a contact electrode extension	70
F.1 General.....	70
F.2 Situation when using a voltage detector as a complete device	70
F.3 Situation when using a voltage detector as a separate device.....	72
Annex G (informative) In-service care	74
G.1 General.....	74
G.2 Testing	74
Annex H (informative) Information for the next maintenance	76
H.1 Overhead line test.....	76
H.1.1 Rationale	76
H.1.2 Proposal for an improved test (will be discussed within the next maintenance).....	76
H.2 Threshold deviation ratio category (deviation category) for voltage detectors of category L.....	76
H.2.1 Rationale	76
H.2.2 Proposal for a new requirement (will be discussed within the next maintenance).....	76
H.3 Phase opposition test for voltage detectors of category L.....	76
H.3.1 Rationale	76
H.3.2 Proposal for an improved test (will be discussed within the next maintenance).....	76
H.4 Non-contact behaviour of voltage detectors of category L	77
H.4.1 Rationale	77
H.4.2 Proposal for a new test (will be discussed within the next maintenance)	77
Bibliography.....	78
Figure 1 – Examples of designs of voltage detectors of capacitive type	20
Figure 2 – Examples of suitable means for ensuring appropriate contact between a contact electrode and the ball electrode.....	27
Figure 3 – Ball and ring test set-up (see 6.2.1 and 6.2.5)	29
Figure 4 – Test set-up with bars (see 6.2.1)	31
Figure 5 – Circuit connections for <i>clear indication</i> tests (see 6.2.1).....	33
Figure 6 – Test set-up for measurement of clear perceptibility of visual indication (see 6.2.3.1)	39
Figure 7 – Test set-up for measurement of clear perceptibility of audible indication (see 6.2.4.1)	41
Figure 8 – Test set-up for protection against bridging and spark resistance (see 6.3.2 and 6.3.4)	48
Figure 9 – Test for protection against bridging for outdoor type voltage detector	51
Figure 10 – Test set-up for grip force	53
Figure 11 – Drop resistance test – Diagonal position	54
Figure 12 – Curve of test cycle for climatic dependence.....	55

Figure 13 – Arrangement for leakage current tests under dry conditions for voltage detector as a complete device.....	57
Figure 14 – Arrangement for leakage current tests under wet conditions for outdoor type voltage detector as a complete device.....	58
Figure F.1 – Insulation element of a <i>voltage detector</i> as a complete device	70
Figure F.2 – Example of positioning of a voltage detector in contact with a live part without obstacles from other live parts	71
Figure F.3 – Example of incorrect positioning of a voltage detector with the limit mark between two live parts	72
Figure F.4 – Usual way of managing the use of the voltage detector for maintaining the insulation distance between the limit mark and the hand guard	72
Figure F.5 – Usual ways of managing the use of the voltage detector as a separate device for assuring the appropriate insulation for the user	73
Table 1 – Indication group	17
Table 2 – Climatic categories.....	18
Table 3 – Minimum length of the insulating element (L_i) of a voltage detector as a complete device.....	21
Table 4 – Selection of the test set-up for the influence of in-phase interference field	34
Table 5 – Distance G (see Figure 5d).....	34
Table 6 – Selection of the test set-up for the influence of phase opposition interference field.....	35
Table 7 – Selection of the test set-up for the influence of interference voltage	35
Table 8 – EMC parameters	37
Table 9 – Performance criteria for all the EMC tests	37
Table 10 – Test parameters for emission limit.....	37
Table 11 – Selection of the test set-up and type of test.....	45
Table 12 – Distance d_1 for the bridging test set-up	48
Table 13 – Dimensions for the concentric rings and band electrodes	50
Table 14 – Selection of the test set-up for the spark resistance test.....	52
Table C.1 – Sequential order for performing type tests	63
Table C.2 – Type tests out of sequence	64
Table D.1 – Classification of defects and associated requirements and tests	65
Table E.1 – Rationale for the classification of defects	67
Table G.1 – In-service testing	75
Table H.1 – Maximum distances for early detection	77

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIVE WORKING – VOLTAGE DETECTORS –

Part 1: Capacitive type to be used for voltages exceeding 1 kV AC

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 61243-1 has been prepared by IEC technical committee 78: Live working.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2003 and Amendment 1:2009. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) The scope is more precise, stating that only bare contact to the part to be tested is reliable for these contact *voltage detectors*. The rationale is that tests on painted or coated conductors have led to wrong indications, as this non-conductive paint or coat acts as a capacitor with different capacity according to the thickness. This capacity has an effect on the *threshold voltage*.
- b) A *contact probe* is introduced as a new type of non-conductive *contact electrode*.
- c) A new type "*exclusively outdoor type*" has been defined and implemented into the requirements and test procedure.

- d) A *selector* for voltage and frequency is allowed if foreseeable misuse is excluded.
- e) The marking for *voltage detectors* with low *interference voltage* has been made more precise.
- f) The indication groups have been made more precise and requirements and tests for the "*ready to operate state*" and "*stand-by state*" added.
- g) Requirements and tests for electromagnetic compatibility have been implemented.
- h) An example for good electrical connection for the tests is introduced.
- i) A new test set-up with one bar has been added for *voltage detectors* of category L for overhead line configuration.
- j) A dielectric test for tubes and rods has been implemented for those not covered by IEC 60855-1 or IEC 61235.
- k) Old Annex E (mechanical shock test – pendulum method) has been deleted (see IEC 60068-2-75 pendulum method) and replaced by an information and a guideline on the use of the *limit mark* and the *contact electrode extension*.
- l) Annex E and Annex F have swapped places to make it easier for the reader to combine the classification of defects (Annex D) and the rationale for this classification (new Annex E).
- m) A new informative Annex H has been created to give information for further developments of *voltage detectors* due to field experiences.
- n) Editorial changes have been made to harmonize with other new published standards.

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

CDV	Report on voting
78/1253/CDV	78/1294/RVC

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.

Terms defined in Clause 3 are given in *italic* print throughout this document.

A list of all parts in the IEC 61243 series, published under the general title *Live working – Voltage detectors*, 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

This document has been prepared according to the requirements of IEC 61477, where applicable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-1:2021

LIVE WORKING – VOLTAGE DETECTORS –

Part 1: Capacitive type to be used for voltages exceeding 1 kV AC

1 Scope

This part of IEC 61243 is applicable to portable *voltage detectors*, with or without built-in power sources, to be used on electrical systems for voltages of 1 kV to 800 kV AC, and frequencies of 50 Hz and/or 60 Hz.

This document applies only to *voltage detectors* of capacitive type used in contact with the bare part to be tested, as a complete device including its *insulating element* or as a separate device, adaptable to an *insulating stick* which, as a separate tool, is not covered by this document (see 4.4.2.1 for general design).

Other types of *voltage detectors* are not covered by this document.

NOTE Self ranging *voltage detectors* (formally "multi range *voltage detectors*") are not covered by this document.

Some restrictions or formal interdictions on their use are applicable in case of switchgear of IEC 62271 series design, due to insulation coordination, on overhead line systems of electrified railways (see Annex B) and systems without neutral reference. For systems without neutral reference, the insulating level is adapted to the maximum possible voltage to the earth (ground).

Products designed and manufactured according to this document contribute to the safety of users provided they are used by persons trained for the work, in accordance with the hot stick working method and the instructions for use.

Except where otherwise specified, all the voltages defined in this document refer to values of phase-to-phase voltages of three-phase systems. In other systems, the applicable phase-to-phase or phase-to-earth (ground) voltages are used to determine the *operating voltage*.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-31, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

IEC 60068-2-75, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60071-1:2019, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (Available from: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60942, *Electroacoustics – Sound calibrators*

IEC 61000-6-2:2016 *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments*

IEC 61260 (all parts), *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters*

IEC 61318, *Live working – Conformity assessment applicable to tools, devices and equipment*

IEC 61326-1, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements*

IEC 61477, *Live working – Minimum requirements for the utilization of tools, devices and equipment*

IEC 61672-1, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*

IEC 62271 (all parts), *High-voltage switchgear and controlgear*

ISO 286-1, *Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits*

ISO 286-2, *Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 2: Tables of standard tolerance classes and limit deviations for holes and shafts*

ISO 3744:2010, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering method for an essentially free field over a reflecting plane*

CISPR 11, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CIE 015.2, *Colorimetry*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61318 and the following apply.

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

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

3.1

accessory

item used to lengthen the handle or the *contact electrode* or *contact probe*, to improve the efficiency of the *contact electrode* or *contact probe* or to enable the *contact electrode* or *contact probe* to reach the part to be tested

3.2

active signal

audible or visual phenomenon whose presence, absence or variation is considered as representing information on the condition "voltage present" or "voltage not present"

Note 1 to entry: A signal indicating that the *voltage detector* is ready to operate is not considered as an *active signal*.

[SOURCE: IEC 60050-101:1998, 101-12-02, modified – The term "signal" has been replaced by "*active signal*". In the definition, "physical" has been replaced by "audible or visual" and "on the condition "voltage present" or "voltage not present"" has been added.]

3.3

adaptor

part of a *voltage detector* as a separate device which permits attachment of an *insulating stick*

3.4

clear indication

unambiguous detection and indication of the voltage state at the *contact electrode* or *contact probe*

3.5

clear perceptibility

case where the indication is unmistakably discernible by the user under specific environmental conditions when the *voltage detector* is in its operating position

3.6

contact electrode

bare conductive part of the conductive element which establishes the physical electric connection to the component to be tested

Note 1 to entry: The task of the *contact electrode* is to give the user the feedback that he or she is in touch with the part to be tested.

3.7

contact electrode extension

externally insulated conductive element between the *indicator* and the *contact electrode*, intended to achieve the correct position of the *indicator* relative to the installation being tested

3.8

contact probe

part which establishes the physical contact with the bare part to be tested

Note 1 to entry: The contact of the *contact probe* with the part to be tested is conductive, all the other part of the *contact probe* is non-conductive.

Note 2 to entry: The *contact probe* with non-conductive part establishes the mechanical positioning of the detector in order to guarantee the contact between the component to be tested and the *contact electrode*.

3.9

design

different constructions of *voltage detectors*, either as a complete device with or without *contact electrode extension*, or as a separate device intended to be equipped with an *insulating stick*, with or without *contact electrode extension*

3.10

exclusively outdoor type

<*voltage detector*> designed for outdoor use exclusively in wet and dry conditions

Note 1 to entry: It is a special type of *voltage detector* designed for outdoor installations when large *contact electrodes* are required.

3.11**family of voltage detectors**

for testing purposes, a group of *voltage detectors*, delimited by a minimum and a maximum *rated voltage*, that are identical in design (including dimensions) and only differ by their *nominal voltages* or *nominal voltage ranges*

3.12**hand guard**

distinctive physical guard separating the handle from the *insulating element*

Note 1 to entry: Its purpose is to prevent the hands from slipping and passing into contact with the *insulating element*.

3.13**indicator**

part of the *voltage detector* which indicates the presence or absence of the *operating voltage* at the *contact electrode* or *contact probe*

3.14**indoor type**

<*voltage detector*> designed for use in dry conditions, normally indoors

3.15**insulating element**

part of a *voltage detector* as a complete device that provides adequate safety distance and insulation to the user

3.16**insulating stick**

insulating tool essentially made of an insulating tube and/or rod with end fittings

[SOURCE: IEC 60050-651:2014, 651-22-01]

3.17**interference field**

superposed electric field which may affect the indication

Note 1 to entry: It may result from the part to be tested or other adjacent parts and may have any phase relationship.

Note 2 to entry: The extreme cases for the tests areas follows.

- An in-phase *interference field* exists when a small change of potential in the direction of the *voltage detector* axis results in an incorrect indication. This occurs as a result of the dimensions and/or configuration of the part of the installation to be tested (or of adjacent parts of the installation having voltages in the same phase).
- An *interference field* in phase opposition exists when a strong change of potential in the direction of the *voltage detector* axis results in an incorrect indication. This occurs as a result of the adjacent parts of the installation having voltages in phase opposition.

3.18**interference voltage**

voltage picked up inductively or capacitively by the part to be tested

3.19**limit mark**

distinctive location or mark to indicate to the user the physical limit to which the *voltage detector* may be inserted between live parts or may touch them

3.20**maintenance test**

test carried out periodically on a *voltage detector* or parts of it to ascertain and ensure that its performance remains within specified limits, after having made certain adjustments, if necessary

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-25, modified – In the definition, "an item" is replaced by "a *voltage detector* or parts of it", "to verify" is replaced by "to ascertain and ensure".]

3.21**nominal voltage** U_n

suitable approximate value of voltage used to designate or identify a system or device

Note 1 to entry: The *nominal voltage* of the *voltage detector* is the parameter associated with its *clear indication*.

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-21, modified – "or device" has been added at the end of the definition.]

3.22**operating voltage**

<in a system> value of the voltage under normal conditions, at a given instant and a given point of the system

Note 1 to entry: This value is measured (normally), estimated or expected.

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-22, modified – The domain <in a system> has been added.]

3.23**outdoor type**

<*voltage detector*> designed for use in wet conditions, either indoors or outdoors

3.24**protection against bridging**

protection against flashover or breakdown, when the insulation between the parts of installation to be tested, at different potentials, is reduced by the presence of the *voltage detector*

3.25**rated voltage** U_r

value of voltage generally agreed upon by manufacturer and customer, to which certain operating specifications are referred

Note 1 to entry: The *rated voltage* of the *voltage detector* is the voltage selected from IEC 60071-1:2019, Tables 2 and 3, column 1, which should either be equal to the *nominal voltage* (or the highest *nominal voltage* of its *nominal voltage range*), or the next higher voltage selected from those tables.

3.26**ready to operate state**

state at which the *voltage detector* has been switched on and tested on the live part or external tester, or tested with built-in self-test and gives the ready to operate indication

3.27**response time**

time delay between sudden change of the voltage state on the *contact electrode* or *contact probe* and the associated *clear indication*

3.28

selector

mechanical or electronic switch or means to change the range of the *nominal voltage* and/or the nominal frequency

3.29

stand-by state

permanent state in which the *voltage detector* will indicate "voltage present" automatically when put in contact with operational voltage

3.30

testing element

built-in or separate device, by means of which the functioning of the *voltage detector* can be checked by the user

[SOURCE: IEC 60743:2013, 11.3.7, modified – The terms "element" and "diagnostic device" have been deleted.]

3.31

threshold voltage

U_t

minimum voltage between the live part and earth (ground) required to give a *clear indication* corresponding to specific conditions as defined in the corresponding test

Note 1 to entry: As defined in this document, *threshold voltage* is related to specific test conditions. It is important that users are aware that their requirements for *threshold voltage* for field operation need to be related to the test conditions in this document.

3.32

voltage detector

diagnostic device used to provide clear evidence of the presence or absence of an *operating voltage*

Note 1 to entry: These diagnostic devices are generally described as either capacitive type or resistive type.

Note 2 to entry: Clear evidence is a YES or NO indication with no interpretation needed.

Note 3 to entry: According to the performance, in some parts of the world a capacitive type is named unipolar and resistive type is named bipolar.

[SOURCE: IEC 60050-651:2014, 651-24-02, modified – In Note 2 to entry, the second sentence has been deleted. Note 3 to entry has been replaced.]

3.33

voltage detector of capacitive type

device whose operation is based on the current passing through the stray capacitance to earth (ground)

Note 1 to entry: The term *voltage detector* is used in this document for *voltage detector of capacitive type*.

Note 2 to entry: For voltage detection, an *insulating stick* is intended to be attached to a *voltage detector* as a separate device in order to provide the length to reach the installation to be tested and adequate safety distance and insulation to the user.

4 Requirements

4.1 General requirements

The *voltage detector* shall give a *clear indication* of the state "voltage present" and/or "voltage not present", by means of the change of the status of the signal. The indication shall be visual and/or audible.

4.2 Functional requirements

4.2.1 Clear indication

4.2.1.1 General

If *voltage detectors* have more than one *nominal voltage* or a *nominal voltage* range, the limiting values are named $U_{n \min}$ and $U_{n \max}$.

The *voltage detector* shall give an unambiguous indication of the presence and/or the absence of any *operating voltages* related to the *nominal voltage* or *nominal voltage* range of the *voltage detector*, and its nominal frequency or nominal frequencies only or almost when in contact with the bare part to be tested.

NOTE 1 A *voltage detector* can indicate the presence of voltage just before touching a bare part to be tested. The distance for which a *voltage detector* is able to indicate the presence of voltage depends, among various parameters, on the *operating voltage* and on the configuration of the installation.

Indication may not be reliable in the vicinity of large conductive parts that create equipotential zones.

When the *voltage detector* is used in accordance with instructions for use, the presence of an adjacent live or earthed (grounded) part shall not affect its indication of in-phase or phase opposition situation.

When used in accordance with instructions for use, the *voltage detector* shall not indicate "voltage present" for usual values of *interference voltages*.

NOTE 2 Annex H presents some information for the next maintenance of this document.

4.2.1.2 Continuous indication

The *voltage detector* shall give permanent indication when in direct contact with a live part.

4.2.1.3 Threshold voltage

4.2.1.3.1 General

The indication "voltage present" shall appear if the voltage to earth (ground) on the part to be tested is greater than 45 % of the *nominal voltage*.

NOTE 1 45 % of the *nominal voltage* corresponds to $0,78U_n / \sqrt{3}$.

The indication "voltage present" shall not appear if the voltage to earth (ground) on the part to be tested is equal to or less than 10 % of the *nominal voltage*.

NOTE 2 10 % of the *nominal voltage* corresponds to $0,17U_n / \sqrt{3}$ and is the maximum phase to earth (ground) induced voltage normally encountered in the field.

To fulfil the above requirements, the *threshold voltage* U_t shall satisfy the following relationship:

$$0,10 U_{n \max} < U_t \leq 0,45 U_{n \min}$$

For *voltage detectors* with only one *nominal voltage*, $U_{n \max}$ equals $U_{n \min}$.

NOTE 3 There is a theoretical limit of 4,5 to the ratio between $U_{n \max}$ and $U_{n \min}$ to achieve *clear indication* of the *voltage detector*. This value corresponds to the division of 0,45 by 0,1.

NOTE 4 In some cases the induced voltage level on a specific network is higher than 10 % of the *nominal voltage* or of the maximum *nominal voltage* of the range. In this case, a special marking is the result of an agreement between the manufacturer and the client to identify the compatible devices

In some cases the variations of the nominal voltage network are such that $0,45 U_n$ or $0,45 U_{n \min}$ is not the lowest possible value.

Moreover, when it is expected that the *voltage detector* will be used in the vicinity of large conductive parts that create equipotential zones (see 4.2.1), customers can agree with the manufacturer on a low value of the *threshold voltage*.

In all these cases, an agreement is necessary between manufacturer and customer to set the appropriate value for the *threshold voltage*, while keeping the ratio of $U_{n \max}$ and $U_{n \min}$ below or equal to 4,5. The setting of the *threshold voltage* is further limited by the requirements and tests for *clear indication* which shorten the range of possible values.

4.2.1.3.2 Particular case of voltage detectors to be used on networks with low values of interference voltage

In some cases, the customer may wish to take advantage of a network with low values of *interference voltage* by reducing the lower limit of the *threshold voltage* below $0,10 U_{n \max}$.

This particular case allows the application of the *voltage detector* in the vicinity of large conductive parts. Changing the *threshold voltage* to a lower value, the theoretical limit of 4,5 for the ratio between $U_{n \max}$ and adapted $U_{n \min}$ still remains valid, and the relevant tests (*clear indication*) shall be passed, with adapted lower value of the *threshold voltage* for the *interference voltage* test.

In such case, the *voltage detector* shall have a special marking and a warning shall be included in the instructions for use to inform the users of the modification brought to the *threshold voltage*.

4.2.1.3.3 Indication on overhead lines

Voltage detectors of category L (see 4.4.2.2) shall give a *clear indication* on overhead lines and fulfil the requirement of 4.2.1.3.1.

NOTE This additional test assures, that *voltage detectors* of category L will give a *clear indication* on overhead lines except when they are used in equipotential zones. *Voltage detectors* of category S (see 4.4.2.2) do not have these problems due to the *contact electrode extension*.

4.2.1.3.4 Settings

The user shall not have access to the *threshold voltage* setting.

A *selector* (possible for voltage and frequency, see 3.28) is allowed, but for each position of the *selector* the user shall not have access to any *threshold voltage* settings.

If the *voltage detector* has a *selector*, the theoretical limit of 4,5 for the ratio between $U_{n \max}$ and $U_{n \min}$ is valid for each position of the *selector*.

4.2.2 Clear perceptibility

4.2.2.1 General

The *voltage detector* shall give a *clear indication* under normal light and noise conditions.

The types of indications of *voltage detector* are divided into three groups (see also Table 1).

- Group I: Indication with at least two distinct *active signals*, which give an indication of the condition "voltage present" and "voltage not present". The ready to operate indication is given by the *active signal* "voltage not present", the *stand-by state* is not necessary.

- Group II: Indication with at least one *active signal*, which gives an indication of the condition "voltage not present" and is activated by manually switching "on", and is suppressed when the *contact electrode* or *contact probe* is put into contact with a live part.
- Group III: Indication with at least one *active signal*, which gives an indication of the condition "voltage present". A ready to operate indication shall be available and shall have a *stand-by state*.

The *ready to operate state* is the situation in which the detector will be able to pass all the tests of the functional requirements.

"Passive" *voltage detectors* without a built-in energy source are included in group III, because the "ready to operate indication" is the performed test on operational voltage with an *active signal* before and after the voltage detection.

Table 1 – Indication group

Group	Active indication of "voltage present"	Active indication of "voltage not present"	"Ready to operate" indication
I	X		X
II	–		X
III	X	–	X

4.2.2.2 Visual indication

The indication shall be clearly visible to the user in the operating position and under normal light conditions.

When two visual signals are used, the indication shall not rely solely on lights of different colours for perceptibility. Additional characteristics, such as physical separation of the light sources, distinctive form of the light signals, or flashing light shall be used.

4.2.2.3 Audible indication

The indication shall be clearly audible to the user in the operating position, and under normal noise conditions.

When two audible signals are used, the indication shall not rely solely on sounds of different sound pressure level for perceptibility. Additional characteristics, such as tone or intermittence of the audible signals, shall be used.

4.2.3 Temperature and humidity dependence of the indication

There are three categories of *voltage detectors* according to climatic conditions of operation: cold (C), normal (N), and warm (W).

The *voltage detector* shall operate correctly in the temperature range of its climatic category, according to Table 2.

The *voltage detector* shall operate correctly in case of sudden change of temperature in the temperature range of its climatic category.

In these cases, the *threshold voltage* shall satisfy 4.2.1.3.1.

Table 2 – Climatic categories

Climatic categories		Climatic conditions ranges (operation and storage)	
		Temperature °C	Humidity %
(C)	Cold	–40 to +55	20 to 96
(N)	Normal	–25 to +55	20 to 96
(W)	Warm	–5 to +70	12 to 96

4.2.4 Frequency dependence

A *voltage detector* shall operate between 97 % and 103 % of its nominal frequency or of each of its nominal frequencies.

4.2.5 Response time

The *response time* shall be less than 1 s.

4.2.6 Power source dependability

A *voltage detector* with a built-in power source shall give a *clear indication* until the source is exhausted, unless its usage is limited by an indication of non-readiness or automatic shut-off, as mentioned in the instructions for use.

4.2.7 Testing element

The *testing element*, whether a built-in or separate device, shall be capable of testing all the electrical circuits, including energy source and the functioning of the indication. When all circuits cannot be tested, any limitation shall be clearly stated in the instructions for use. These circuits shall be constructed with high reliability. When there is a built-in *testing element*, the *voltage detector* shall give an indication of "ready to operate", if the self-test was successfully passed. Any indication of a failure shall be described in the instructions for use.

4.2.8 Non-response to DC voltage

The *voltage detector* shall not respond to a DC voltage.

The AC detector shall reject DC voltage in order to be able to apply portable earthing equipment on the remaining capacitive load.

4.2.9 Time rating

The *voltage detector* shall be able to perform without failure when subjected to the *operating voltage* for 5 min.

4.2.10 Electromagnetic compatibility (EMC)

Voltage detectors shall comply with the requirements according to IEC 61000-6-2.

NOTE In some countries additional requirements are mandatory to fulfil EMC regulations.

4.3 Electrical requirements**4.3.1 Insulating material**

The insulating materials shall be adequately rated (nature of material, dimensions) for the *nominal voltage* (or the maximum *nominal voltage* of the voltage range) of the *voltage detector*.

NOTE 1 When tubes of insulating material with circular cross section are used in the design of *voltage detectors*, this requirement is fulfilled by meeting the requirements of IEC 60855-1 or IEC 61235 or the requirements of 5.1 for voltage detectors as a complete device.

For a *voltage detector* as a complete device the user shall be provided with adequate insulation by means of an *insulating element*.

NOTE 2 For a *voltage detector* as a separate device, the user is provided with adequate insulation by means of an adaptable *insulating stick*.

4.3.2 Protection against bridging

Protection shall be such that the *voltage detector* cannot cause flashover or breakdown between live parts of an installation or between a live part of an installation and earth (ground).

4.3.3 Resistance against sparking

The *voltage detector* shall be constructed so that the *indicator* cannot be damaged or shut off as a result of a low energy electric arc.

4.4 Mechanical requirements

4.4.1 General

For a *voltage detector* as a complete device the user shall be provided with adequate distance by means of an *insulating element*.

NOTE For a *voltage detector* as a separate device, the user is provided with adequate distance by means of an adaptable *insulating stick*.

4.4.2 Design

4.4.2.1 General design

- a) The *voltage detector* as a complete device shall include at least the following elements: handle, *hand guard*, *insulating element*, *limit mark*, *indicator* and *contact electrode* (see Figure 1a).

For some parts, such as the *contact electrode*, the *contact electrode extension* (if existing), or the *insulating element* of a *voltage detector* as a complete device, dismantling is allowed.

- b) The *voltage detector* as a separate device shall include at least the following elements: *adaptor*, *indicator*, and *contact electrode* or *contact probe* (see Figure 1b).

The *insulating stick* used in conjunction with the *voltage detector* as a separate device shall fulfil the requirements of 4.3.1 and 4.4.3 even if not provided with the *voltage detector*.

Voltage detectors are designed for indoor use (see 3.14), for outdoor use (see 3.23) or exclusively outdoor use (see 3.10).

The *voltage detector* shall not have any external conductive connection, or any other device to make such connection, except for the *contact electrode* or *contact probe*.

4.4.2.2 Category

- The *voltage detector* without *contact electrode extension* shall have category marking L.
- The *voltage detector* with *contact electrode extension* shall have category marking S. The length of the *contact electrode extension* shall be at least a_e according to Figure 3a.

NOTE *Voltage detectors* of category S can also be applied for category L use.

4.4.3 Dimensions, construction

The minimum length of the *insulating element* of a *voltage detector* as a complete device shall be in accordance with Table 3.

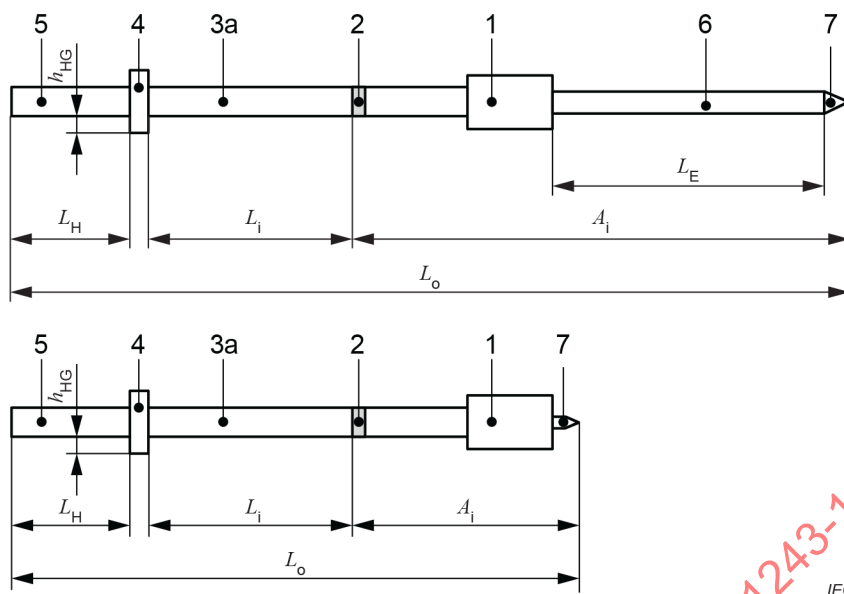


Figure 1a – Voltage detector as a complete device (including its insulating element)

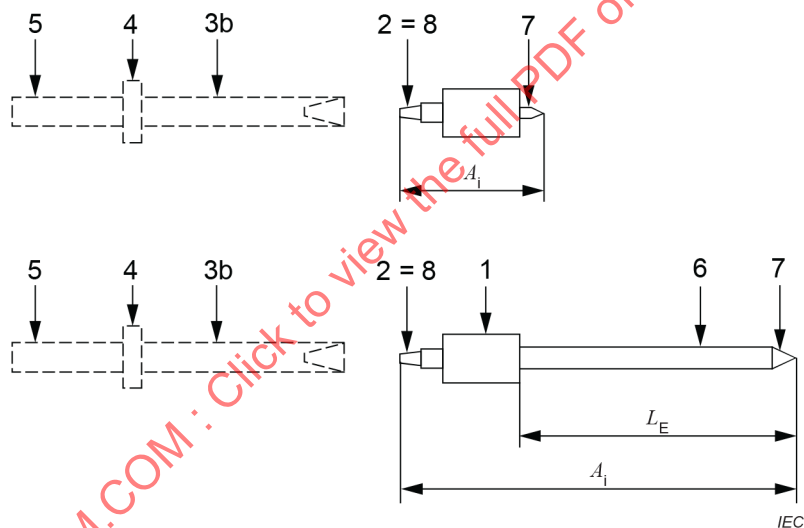


Figure 1b – Voltage detector as a separate device (with an adaptable insulating stick)

Key

1	Indicator	h_{HG}	Height of <i>hand guard</i>
2	Limit mark	L_H	Length of <i>handle</i>
3a	Insulating element	L_i	Length of <i>insulating element</i>
3b	Adaptable insulating stick	L_E	Length of <i>contact electrode extension</i>
4	Hand guard	L_o	Overall length of <i>voltage detector</i>
5	Handle	A_i	Insertion depth (length)
6	Contact electrode extension		
7	Contact electrode or contact probe		
8	Adaptor		

Figure 1 – Examples of designs of voltage detectors of capacitive type

Table 3 – Minimum length of the insulating element (L_i) of a voltage detector as a complete device

U_r kV	L_i mm
$1 < U_r \leq 7,2$	320
$7,2 < U_r \leq 12$	360
$12 < U_r \leq 17,5$	370
$17,5 < U_r \leq 24$	470
$24 < U_r \leq 36$	520
$36 < U_r \leq 72,5$	830
$72,5 < U_r \leq 123$	1 300
$123 < U_r \leq 170$	1 700
$170 < U_r \leq 245$	2 300
$245 < U_r \leq 420$	3 600
$420 < U_r \leq 550$	4 300
$550 < U_r \leq 800$	6 600

NOTE 1 The *nominal voltage* U_n is used when the parameters to be specified are related to the installation dimensioning or to the functional performance of the *voltage detector*, while the *rated voltage* U_r is used when insulation performance of the *voltage detector* is concerned.

NOTE 2 The L_i values of Table 3 correspond to the minimum distance in air (obtained from Tables 1 and 2 of IEC 61936-1:2010 and IEC 61936-1:2010/AMD1:2014) plus an additional safety distance.

NOTE 3 The L_i values of Table 3 are a guidance to determine the length of the *insulating stick* used with a *voltage detector* as a separate device. However, the length of the *insulating stick* for live working can be shortened for *voltage detectors* as a separate device taking into account the minimum approach distances or in accordance with national or regional regulations.

In the case of a *voltage detector* as a complete device and for L_i equal to or greater than 520 mm, conductive parts are allowed within the minimum length of the *insulating element*, if they are completely externally insulated and are located immediately adjacent to the *limit mark*, in one section of the *insulating element* not exceeding 200 mm.

The *limit mark* shall be about 20 mm wide, permanent, and clearly recognisable by the user.

If there is no *limit mark* on a *voltage detector* as a separate device, the end of the *adaptor* to be fixed to the adaptable stick shall act as the *limit mark* (Figure 1b).

For a *voltage detector* as a complete device, the handle shall be at least 115 mm in length.

NOTE 4 It is possible to make the handle longer for two-hand operation.

For a *voltage detector* as a complete device, the *hand guard* shall be permanently fixed and have a minimum height (h_{HG}) of 20 mm.

In order to adapt the *voltage detector* to different uses, the *contact electrode* may be readily interchangeable or supplemented with other types of *contact electrodes* depending on the type of installation and instructions for use.

4.4.4 Grip force and deflection

The *voltage detector* shall be designed to facilitate reliable operation with reasonable physical effort by the user.

The *voltage detector* shall be designed to allow a safe approach toward the installation to be tested. The deflection under its own weight shall be as low as possible.

The weight of the *indicator* shall be minimal and compatible with the performance requirements.

In case of a *voltage detector* as a separate device, the user shall be aware that its choice of an *insulating stick* may greatly influence the grip force and deflection.

4.4.5 Vibration resistance

The *indicator* and the *contact electrode extension* shall be vibration resistant.

4.4.6 Drop resistance

The *voltage detector* shall be drop resistant in working conditions.

4.4.7 Shock resistance

The *indicator* and the *contact electrode extension* shall withstand mechanical shocks.

4.5 Markings

Each *indicator* shall have at least the following markings:

- *nominal voltage* and/or range of *nominal voltage*;
- indication group (I, II or III);
- special marking for low or high *interference voltage* (e.g. "LI" low *interference voltage*, "HI" high *interference voltage*), when relevant;
- nominal frequency or nominal frequencies;
- name and/or trademark of the manufacturer;
- type reference, serial number;
- indication of type "indoor", "outdoor" or "exclusively outdoor";
- indication of category (S or L);
- climatic category (C, N or W) or temperature and humidity range;
- year of production;
- symbol IEC 60417–5216:2002-10 – Suitable for live working; double triangle (see Annex A);
NOTE The exact ratio of the height of the figure to the base of the triangle is 1,43. For the purpose of convenience, the range is 1,4 to 1,5.
- number of the relevant IEC standard immediately adjacent to the symbol (IEC 61243-1).

In addition, the *voltage detector* shall provide the user or the testing laboratory with an area permitting the marking of the date of periodic testing.

In case of a *voltage detector* with a built-in energy source, the type of power supply shall be indicated, either on the *indicator* or inside the compartment designed to house it, and the polarity when required.

These markings shall be legible and permanent. The characters shall be at least 3 mm high. The markings shall not impair the quality of the *voltage detector*.

To be marked with the number of this IEC standard, the product shall satisfy all the requirements specified herein.

4.6 Documents for the user

With every *voltage detector* or with every batch of *voltage detectors* to be delivered, the manufacturer shall provide information related to the number of the IEC standard with the year of publication.

4.7 Instructions for use

Each *voltage detector* shall be accompanied by the manufacturer's instructions for use (see Annex B). These instructions shall be prepared in accordance with the general provisions given in IEC 61477.

4.8 Requirements in case of reasonably foreseeable misuse of the selector

4.8.1 Initial position of the selector

In case of incorrect position of the voltage or frequency *selector*, if any, the *voltage detector* could give an incorrect indication. For safety reasons, the *voltage detector* shall only switch to the *ready to operate state* in the most sensitive position.

4.8.2 Voltage indication at an incorrect low position of the selector (where relevant)

In case of an incorrect low position of the *selector*, the *voltage detector* shall not be damaged and shall give the indication "voltage present" up to the highest *rated voltage* of the *voltage detector*.

5 Specific requirements

5.1 For insulating element of a voltage detector as a complete device

5.1.1 Dielectric strength

The *insulating element* shall be rated so that no flashover or breakdown occurs in use.

5.1.2 Leakage current

The *insulating element* of the *indoor type voltage detector* shall be so rated that leakage current is limited under dry conditions.

The *insulating element* of the *outdoor type voltage detector* shall be so rated that leakage current is limited under dry and wet conditions.

5.2 Insulation of the indicator casing of voltage detector as a separate device

The *indicator casing* shall be rated so that no flashover or breakdown occurs in use.

5.3 Stand-by state

A device equipped with a *stand-by state* shall indicate the *ready to operate state* below the *threshold voltage*, when available, and presence of voltage at and above the *threshold voltage*.

5.4 Ready to operate state

The *ready to operate state* of the *voltage detector* shall be a visual and/or audible indication and apply after having successfully passed the self-test, if relevant.

A signal indicating that the voltage detector is ready to operate can be used as an indication of "voltage not present".

NOTE *Voltage detectors* without a built-in power source do not have a ready to operate indication.

6 Tests

6.1 General

6.1.1 Testing provisions

This document provides testing provisions to demonstrate conformance of the product with the requirements of Clauses 4 and 5. These testing provisions are primarily intended to be used as type tests and following Table C.1 order, for validation of the design input. Where relevant, alternative means (calculation, examination, tests, etc.) are specified within the test subclauses for the purpose of *voltage detectors* having completed the production phase.

Tests shall be performed on a *voltage detector* which has been completely assembled, including the *contact electrode extension* when required, in accordance with the instructions for use.

If the *insulating stick* is not provided by the manufacturer (in case of a *voltage detector* as a separate device), an *insulating stick* complying with 4.3.1 and 4.4.3 shall be used for the tests.

6.1.2 Atmospheric conditions

Except when otherwise stated, tests shall be carried out under the following standard atmospheric conditions of IEC 60068-1 for measurements and tests:

- ambient temperature: 15 °C to 35 °C;
- relative humidity: 25 % to 75 %;
- atmospheric pressure: 86 kPa to 106 kPa.

For type tests the *voltage detector* shall be subjected to atmospheric conditions for at least 4 h before being submitted to the group of tests.

6.1.3 Tests under wet conditions

Before the electrical tests, each *voltage detector* shall be cleaned with isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$) and then dried in air for 15 min.

The tests shall be conducted in accordance with 9.1 of IEC 60060-1:2010 (standard wet test procedure), with the following exception: the openings in the collecting vessel designed to measure the wetting rate shall be less than, or equal to, the horizontal cross-section of the *indicator*.

6.1.4 Type test

6.1.4.1 Type test on basic configuration

The type test shall be performed on three complete *voltage detectors*. Tests shall be performed in the sequence defined in Annex C. If more than one *voltage detector* does not pass, the test has failed. If only one *voltage detector* fails, the entire sequence for the type test shall be repeated on three other *voltage detectors*. If, again, any of the *voltage detectors* does not pass, the type test is considered to have failed.

6.1.4.2 Type test on additional contact electrodes and contact electrode extensions

The use of different *contact electrodes* or *contact electrode extensions* may affect the performance of the *voltage detector*.

When several *contact electrode extensions* or several *contact electrodes* are provided according to the instructions for use, the following tests shall be performed with each *contact electrode extension*, each *contact electrode* and each combination of them:

- measurement of *threshold voltage* (see 6.2.1.2.1);
- overhead line configuration test (see 6.2.1.6);
- influence of in-phase *interference field* (see 6.2.1.3);
- influence of phase opposition *interference field* (see 6.2.1.4);
- influence of *interference voltage* (see 6.2.1.5);
- *protection against bridging* for *indoor type/outdoor type voltage detector* (see 6.3.2);
- *protection against bridging* for *outdoor type voltage detector* (see 6.3.3);
- spark resistance (see 6.3.4);
- vibration resistance (see 6.4.3);
- drop resistance (see 6.4.4).

These type tests can be done

- with the same set of *voltage detectors*, these being equipped successively with the different *contact electrodes* and *contact electrode extensions* or combination of them, or
- with different sets of *voltage detectors*, each set being equipped with a different *contact electrodes* and *contact electrode extensions* or combination of them.

In case of different sets of *voltage detectors*, for each set if more than one *voltage detector* does not pass the test the set has failed. For each set if only one *voltage detector* fails, the entire sequence for the relevant type test (see 6.1.4.1) shall be repeated on a new set of three *voltage detectors*. If any one of these three new *voltage detectors* fails, the type test of this configuration is considered to have failed.

6.1.4.3 Type test for family of voltage detectors

In case of *voltage detectors* of the same family the following applies.

- The type tests shall be performed at the lowest and at the highest *nominal voltages* delimiting the *family of voltage detectors*. Within the limits of the family, bridging tests (6.3.2 and 6.3.3) shall be performed for each distance d_1 of Table 9 under the highest voltage of each voltage range. Mechanical tests shall be done only once covering the worst conditions.
- The test for *clear indication* (see 6.2.1) shall be carried out at each *nominal voltage* or each *nominal voltage* range. Each time the test set-up changes within the range of the *nominal voltages* of the *voltage detector* the corresponding test shall be carried out.

6.1.5 Test methods

Tests shall be carried out using an AC power source in accordance with the requirements given in IEC 60060-1.

Unless otherwise specified;

- tests shall be performed in dry conditions for all types of *voltage detectors*;
- a tolerance of ± 3 % is allowed for all required values;
- tests shall be carried out at frequencies of 50 Hz and/or 60 Hz;
- tolerances for dimensions below 3 150 mm shall comply with JS18 level according to ISO 286-1 and ISO 286-2. For larger dimensions, tolerance shall be ± 1 %;
- additional tests applicable to outdoor *voltage detectors* shall be performed under wet conditions.

No correction factor due to climatic conditions shall be applied to test voltages.

6.2 Function tests

6.2.1 Clear indication

6.2.1.1 General

The floor of the test room shall be conductive or laid out with conductive mattings and connected to earth (ground).

The tests shall be conducted in a room which is free from unwanted foreign *interference field*.

No objects shall be situated between the test set-up and the floor (ground) within a distance H and within a distance W in any direction from the test set-up according to Figure 3 and Figure 4.

6.2.1.2 Measurement of threshold voltage

6.2.1.2.1 Type test

The test set-up used for the measurement of the *threshold voltage* is of the ball and ring type, as shown in Figure 3.

The electrode arrangement is selected according to the category of the *voltage detectors*. Figure 3a gives the arrangement for *voltage detectors* of category S and Figure 3b for *voltage detectors* of category L.

For *voltage detectors* with a *nominal voltage* range, the test set-up shall be selected according to the highest *nominal voltage*.

The ball and ring electrodes shall be connected as shown in Figure 5a.

The electrical connection shall consist of a high voltage cable with a conductor cross section up to 5 mm^2 , inserted in an insulating tube to provide mechanical support and additional electrical insulation. The connection shall be such that there is minimal influence on the test results, for example by fixing the voltage connection concentrically to the ring electrode as shown in Figure 3 or the corona ring as shown in Figure 4.

A suitable means shall be used for ensuring a good electrical connection as well as a mechanical pressure between the *contact electrode* or *contact probe* of the *voltage detector* and the ball electrode without disturbing the local electric field. An example of such means is illustrated in Figure 2a. Likewise it is possible to modify the ball electrode without disturbing the local electric field. An example of such a modified ball electrode is illustrated in Figure 2b.

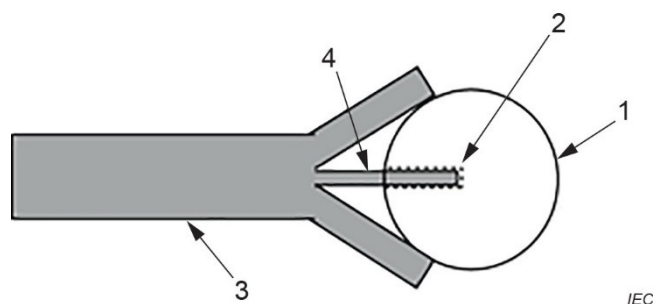


Figure 2a – Modification of a contact electrode used for testing

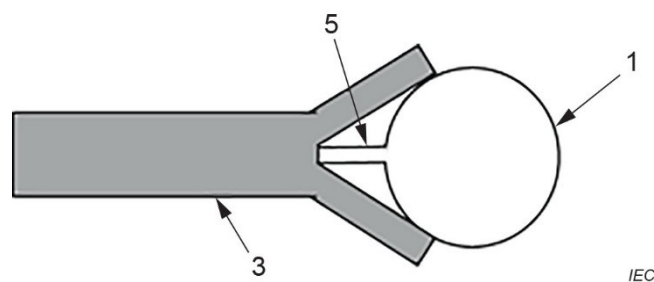


Figure 2b – Modification of the ball electrode

Key

- 1 ball electrode
- 2 circular hole drilled in the ball electrode
- 3 Y shape *contact electrode*
- 4 cylindrical rod fixed to a Y shape *contact electrode* of a dimension to fit tightly into the hole of the ball electrode
- 5 cylindrical rod fixed to the ball electrode

Figure 2 – Examples of suitable means for ensuring appropriate contact between a contact electrode and the ball electrode

The *voltage detector* shall be installed in such a manner that its *contact electrode* or *contact probe* touches the ball electrode and the *indicator* is approximately concentrically located in relation to the ring electrode (in the horizontal axis).

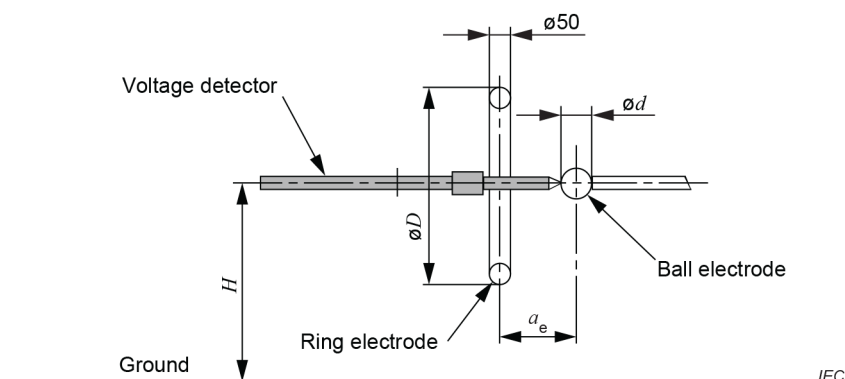
The *threshold voltage* shall be measured by increasing the test voltage until the status of the signal changes according to its type of indication.

The test shall be considered as passed if the measured *threshold voltage* is within the limits specified in 4.2.1.3.1.

6.2.1.2.2 Alternative test for voltage detectors having completed the production phase

The alternative test consists of checking that the *threshold voltage* of a manufactured *voltage detector* is within $\pm 5\%$ of the *threshold voltage* of a *voltage detector* that has successfully passed the type tests according to 6.2.1.2.1. This test can be performed by means of an alternative high voltage test set-up.

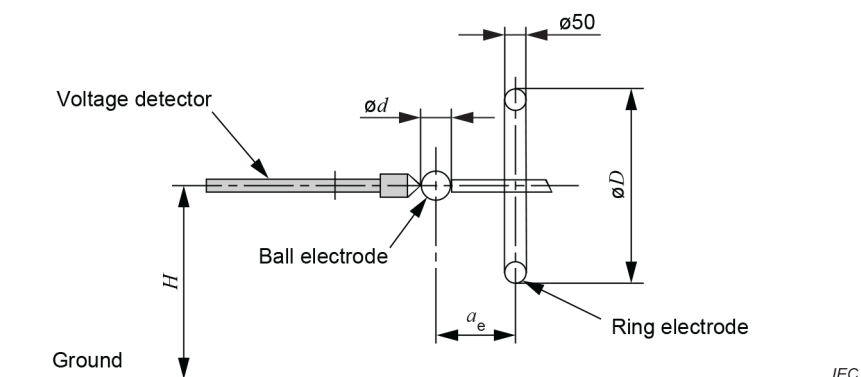
Dimensions in millimetres



U_n	Electrode separation distance a_e	H	D Ring diameter	d Ball diameter	W (3 times D) Wall and ceiling clearances
kV	mm	mm	mm	mm	mm
$1 < U_n \leq 12$	100				
$12 < U_n \leq 24$	270	1 500	$\varnothing 550$	$\varnothing 60$	$> 1\,650$
$24 < U_n \leq 52$	430				
$52 < U_n \leq 170$	650	2 500	$\varnothing 1\,050$	$\varnothing 100$	$> 3\,150$
$170 < U_n \leq 245$	850				
$245 < U_n \leq 550$	850	2 500	$\varnothing 1\,050$	$\varnothing 100$	$> 3\,150$
$550 < U_n \leq 800$	1 200	3 500	$\varnothing 1\,600$	$\varnothing 150$	$> 4\,800$

Figure 3a – Test set-up with the ball electrode behind the ring electrode

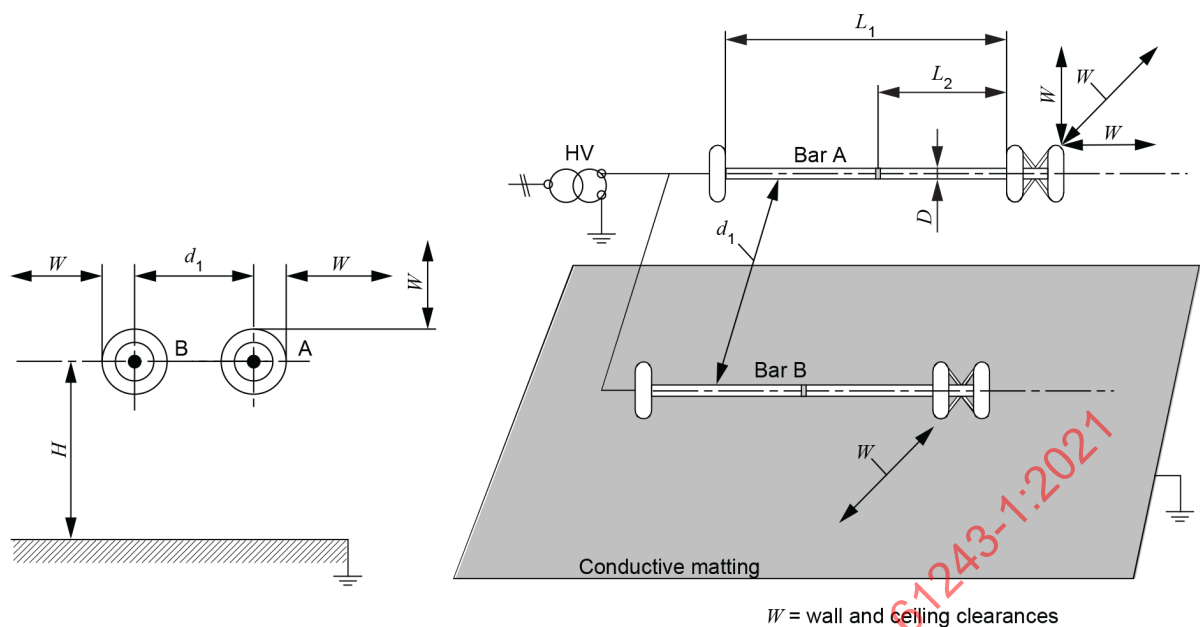
Dimensions in millimetres



U_n kV	Electrode separation distance a_e mm	H mm	D Ring diameter mm	d Ball diameter mm	W (3 times D) Wall and ceiling clearances mm
$1 < U_n \leq 12$ $12 < U_n \leq 24$ $24 < U_n \leq 52$	300	1 500	$\varnothing 550$	$\varnothing 60$	$> 1\,650$
$52 < U_n \leq 170$ $170 < U_n \leq 245$	1 000	2 500	$\varnothing 1\,050$	$\varnothing 100$	$> 3\,150$
$245 < U_n \leq 550$ $550 < U_n \leq 800$	1 000	2 500 3 500	$\varnothing 1\,050$ $\varnothing 1\,600$	$\varnothing 100$ $\varnothing 150$	$> 3\,150$ $> 4\,800$

Figure 3b – Test set-up with ball electrode in front of the ring electrode

Figure 3 – Ball and ring test set-up (see 6.2.1 and 6.2.5)



IEC

U_n kV	H mm	W mm	d_1 mm	L_1 mm	L_2 mm	D conductor mm
$52 < U_n \leq 82,5$	3 500	750	750	1 000	525	$12,4 \pm 5 \%$
$82,5 < U_n \leq 145$	3 500	900	900	1 700	945	$25,2 \pm 5 \%$
$145 < U_n \leq 245$	3 500	1 500	1 500	2 700	1 470	$39 \pm 5 \%$
$245 < U_n \leq 420$	3 500	2 400 ^a	2 400 ^a	3 200	1 785	$64,5 \pm 5 \%$
$420 < U_n \leq 550$	4 100	2 900 ^a	2 900 ^a	3 900	2 205	$87,5 \pm 5 \%$
$550 < U_n \leq 800$	6 400	4 800 ^a	4 800 ^a	5 300	3 150	$126 \pm 5 \%$

^a The values of W and d_1 are selected from Table 2 of IEC 61936-1:2010 and IEC 61936-1:2010/AMD1:2014, "Minimum phase to earth (ground) clearance" for rod and structure N, the minimum distance taken for the highest voltage of the voltage range.

Figure 4a – General arrangement

U_n kV	D_1 mm	D_2 mm	Z mm	Y mm
$52 < U_n \leq 82,5$	200	50	50	150
$82,5 < U_n \leq 145$	360	90	90	270
$145 < U_n \leq 245$	560	140	140	420
$245 < U_n \leq 420$	680	170	170	510
$420 < U_n \leq 550$	800	210	210	630
$550 < U_n \leq 800$	1 000	300	300	900

IEC

Figure 4b – Dimensions of the double corona rings (conductive material)

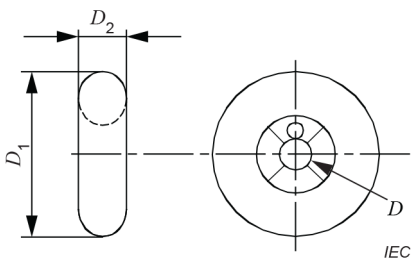
U_n kV	D_1 mm	D_2 mm	
$52 < U_n \leq 82,5$	120	30	
$82,5 < U_n \leq 145$	210	54	
$145 < U_n \leq 245$	350	90	
$245 < U_n \leq 420$	400	100	
$420 < U_n \leq 550$	480	126	
$550 < U_n \leq 800$	600	160	

Figure 4c – Dimensions of the corona rings (conductive material)

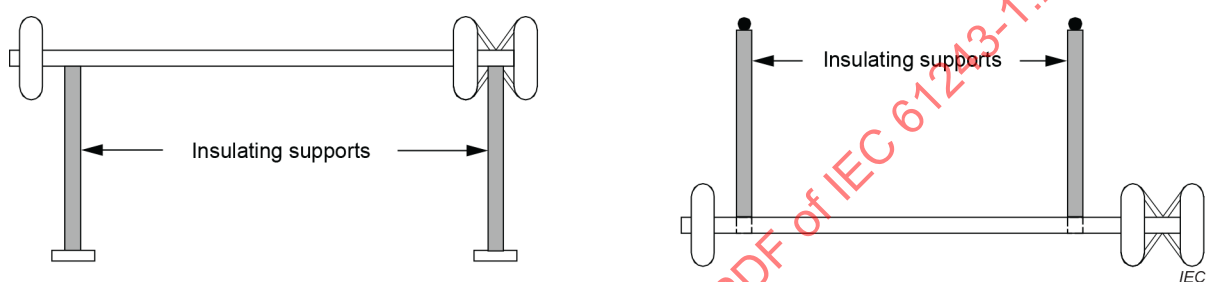


Figure 4d – Example of support arrangement for the test bars

Figure 4 – Test set-up with bars (see 6.2.1)

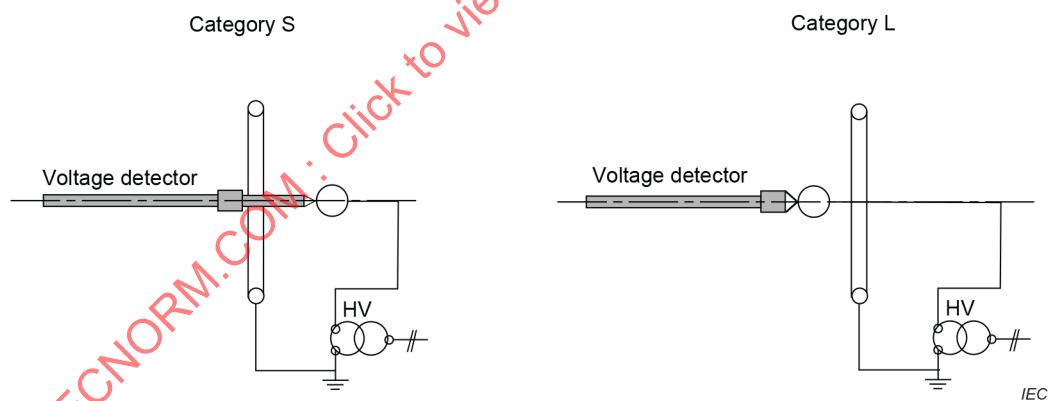


Figure 5a – Measurement of the threshold voltage and the influence of interference voltage with the ball and ring test set-up (see 6.2.1.2.1 and 6.2.1.5)

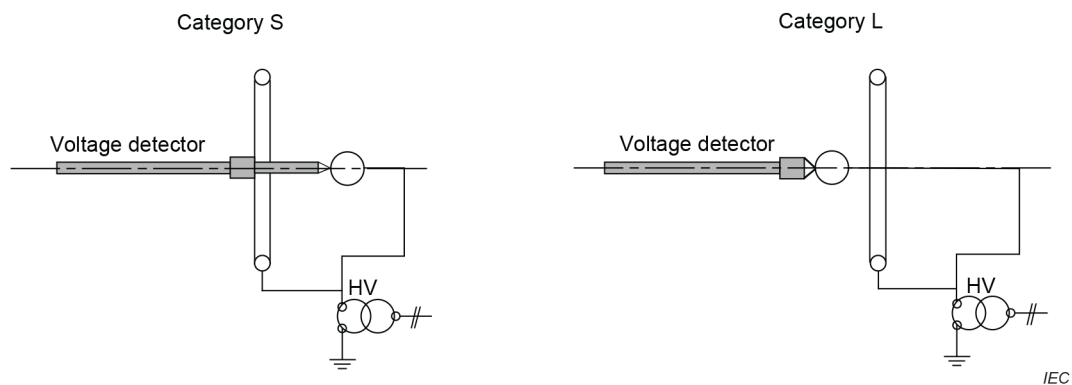


Figure 5b – Influence of in-phase interference field with the ball and ring test set-up (see 6.2.1.3)

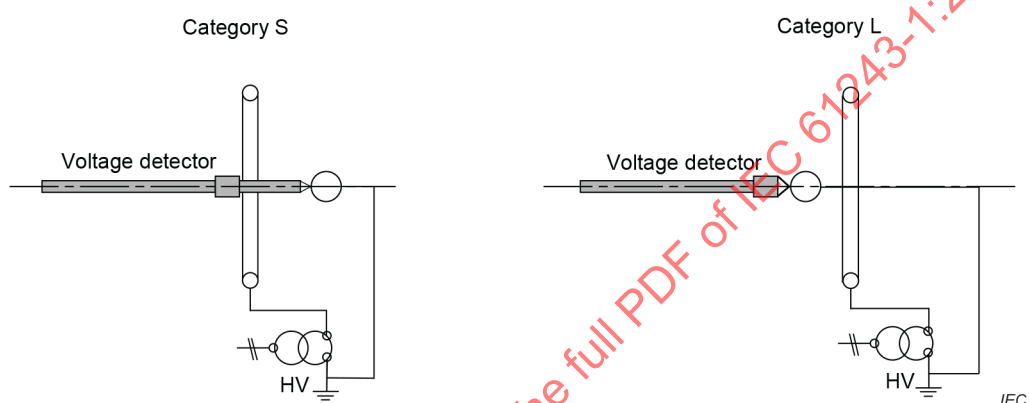


Figure 5c – Influence of phase opposition interference field with the ball and ring test set-up (see 6.2.1.4)

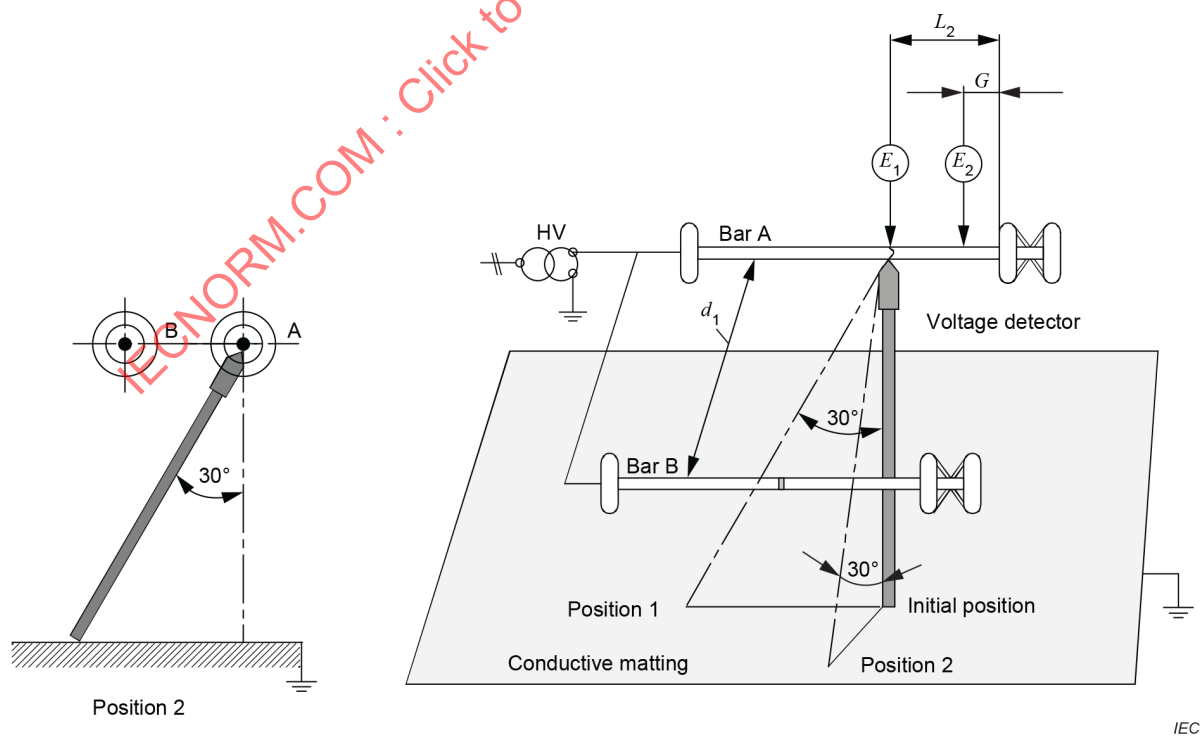


Figure 5d – Influence of in-phase interference field with the bars (see 6.2.1.3)

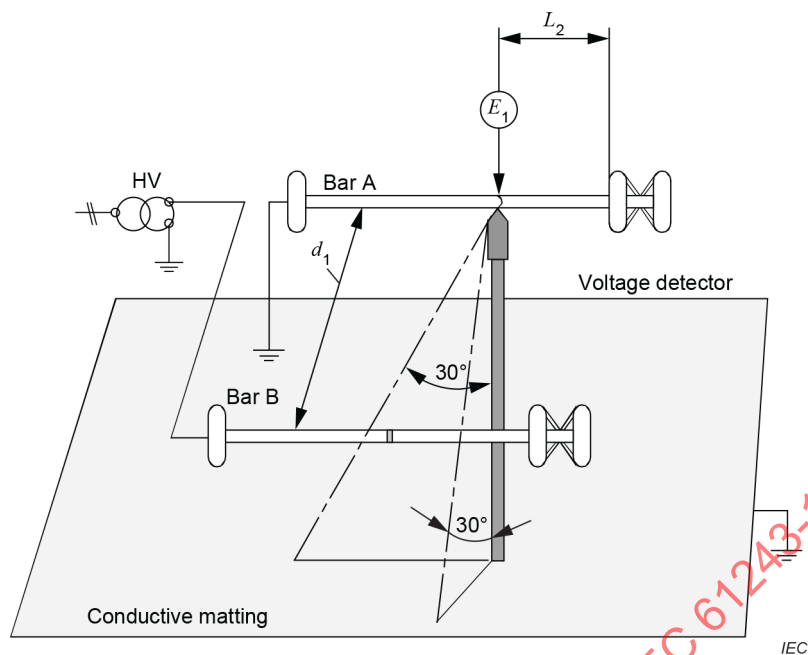


Figure 5e – Influence of phase opposition interference field with bars (see 6.2.1.4)

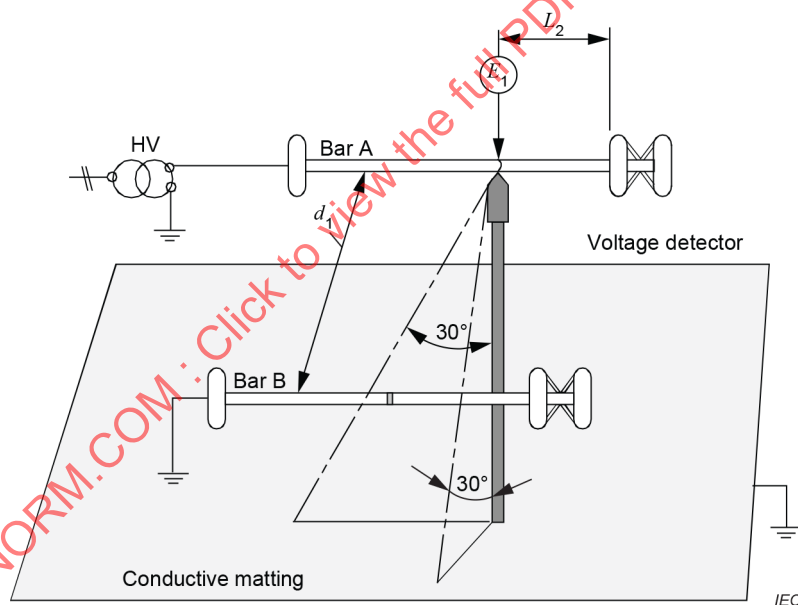


Figure 5f – Influence of interference voltage with bars (see 6.2.1.5)

Figure 5 – Circuit connections for *clear indication tests* (see 6.2.1)

6.2.1.3 Influence of in-phase interference field

The test set-up used for the influence of in-phase *interference field* is either of the ball and ring type or of the bars type, according to the *nominal voltage* U_n and the category of the *voltage detector* and as given in Table 4.

Table 4 – Selection of the test set-up for the influence of in-phase interference field

Nominal voltages	$U_n \leq 52 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} < U_n \leq 245 \text{ kV}$	$U_n > 245 \text{ kV}$
Type of test set-up	Ball and ring Category S: Figure 3a Category L: Figure 3b	Ball and ring Category S: Figure 3a Category L: Figure 3b or alternatively Bars Categories S and L: Figure 4	Bars Categories S and L: Figure 4

Voltage detectors with a *nominal voltage* range shall be checked using the same type of test set-up.

The ball and ring electrodes shall be connected as shown in Figure 5b. The bars shall be connected as shown in Figure 5d.

The *voltage detector* shall be installed in such a manner that its *contact electrode* or *contact probe* touches the ball electrode and the *indicator* is approximately concentrically located in relation to the ring electrode (in the horizontal axis).

When the test set-up with bars is used, the *contact electrode* or *contact probe* of the *voltage detector* shall touch initially the bar A at the point E_1 , within a tolerance of $\pm 3 \%$ of L_2 . The *voltage detector* shall be inclined in two positions with a minimum angle of 30° , as shown in Figure 5d. The *voltage detector*, being returned in vertical position, shall then be moved to point E_2 (Figure 5d) in vertical position. The distance G between point E_2 and the double corona ring is given in Table 5.

Table 5 – Distance G (see Figure 5d)

U_n kV	G mm
$52 < U_n \leq 82,5$	75
$82,5 < U_n \leq 145$	135
$145 < U_n \leq 245$	210
$245 < U_n \leq 420$	255
$420 < U_n \leq 550$	315
$550 < U_n \leq 800$	450

The test voltage shall be 0,45 times the *nominal voltage*. For *voltage detectors* with a *nominal voltage* range, the tests shall be performed for the lower *nominal voltage*. For *voltage detectors* with more than one nominal frequency the tests shall be performed for each nominal frequency.

The test shall be considered as passed if, according to its type of indication, the status of the signal corresponding to the indication "voltage present" appears.

6.2.1.4 Influence of phase opposition interference field

The test set-up used for the influence of phase opposition *interference field* is either of the ball and ring type or of the bars type, according to the *nominal voltage* and the category of the *voltage detector* and as given in Table 6.

Table 6 – Selection of the test set-up for the influence of phase opposition interference field

Nominal voltages	$U_n \leq 52 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} < U_n \leq 245 \text{ kV}$	$U_n > 245 \text{ kV}$
Type of test set-up	Ball and ring Category S: Figure 3a Category L: Figure 3b	Ball and ring Categories S and L: Figure 3b or alternatively Bars Categories S and L: Figure 4	Bars Categories S and L: Figure 4

Voltage detectors with a *nominal voltage* range shall be checked using the same type of test set-up.

The ball and ring electrodes shall be connected as shown in Figure 5c. The bars shall be connected as shown in Figure 5e.

The *voltage detector* shall be installed in such a manner that its *contact electrode* or *contact probe* touches the ball electrode and the *indicator* is approximately concentrically located in relation to the ring electrode (in the horizontal axis).

When the test set-up with bars is used, the *contact electrode* or *contact probe* of the *voltage detector* shall touch the earthed (grounded) bar A at the point E_1 , within a tolerance of $\pm 3 \%$ of L_2 . The *voltage detector* shall be inclined in two positions with a minimum angle of 30° , as shown in Figure 5e.

The test voltage shall be 0,6 times the *nominal voltage*. For *voltage detectors* with a *nominal voltage* range the test shall be performed at the highest *nominal voltage*. For *voltage detectors* with more than one nominal frequency the test shall be performed at the highest nominal frequency.

NOTE 0,6 times the *nominal voltage* corresponds to 105 % of the *nominal voltage* divided by 1,732.

The test shall be considered as passed if, according to its type of indication, the status of the signal corresponding to the indication "voltage present" never appears.

6.2.1.5 Influence of interference voltage

The test set-up used for the influence of *interference voltage* is either of the ball and ring type or of the bars type, according to the *nominal voltage* and the category of the *voltage detector* and as given in Table 7.

Table 7 – Selection of the test set-up for the influence of interference voltage

Nominal voltages	$U_n \leq 52 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} < U_n \leq 245 \text{ kV}$	$U_n > 245 \text{ kV}$
Type of the test set-up	Ball and ring Category S: Figure 3a Category L: Figure 3b	Ball and ring Category S: Figure 3a Category L: Figure 3b or alternatively Bars Categories S and L: Figure 4	Bars Categories S and L: Figure 4

Voltage detectors with a *nominal voltage* range shall be checked using the same type of test set-up.

The ball and ring electrodes shall be connected as shown in Figure 5a. The bars shall be connected as shown in Figure 5f.

The *voltage detector* shall be installed in such a manner that its *contact electrode* or *contact probe* touches the ball electrode and the *indicator* is approximately concentrically located in relation to the ring electrode (in the horizontal axis).

When the test set-up with bars is used, the *contact electrode* or *contact probe* of the *voltage detector* shall touch the energized bar A at the point E_1 , within a tolerance of $\pm 3\%$ of L_2 . The *voltage detector* shall be inclined in two positions with a minimum angle of 30° , as shown in Figure 5f.

The test voltage shall be 0,10 times the *nominal voltage*. For *voltage detectors* with a *nominal voltage* range, the test shall be performed at the highest *nominal voltage*. For *voltage detectors* with more than one nominal frequency the test shall be performed at the highest nominal frequency. For low *interference voltage detectors*, the test voltage shall be 95 % of the *threshold voltage* specified in the agreement between the manufacturer and the customer.

The test shall be considered as passed if, according to its type of indication, the status of the signal corresponding to "voltage present" never appears.

6.2.1.6 Overhead line configuration test for voltage detectors

6.2.1.6.1 Type test

This test shall be performed for *voltage detectors* with *contact electrode extension* below a_e (see Figure 3a) for category L.

This additional test is to ensure the detector will detect in most overhead line configurations.

The test set-up is described in Figure 4a, only using one bar and its corona rings for this test. The distances and the dimensions are taken from the table of Figure 4b.

For *voltage detectors* below or equal to 52 kV the height of the bar is 1,5 m and the other distances and dimensions are taken from the table of Figure 4b line " $52 < U_n \leq 82,5$ ".

A suitable means shall be used for ensuring a good electrical connection (similar to Figure 2) as well as a mechanical pressure between the *contact electrode* or *contact probe* of the *voltage detector* and the bar without disturbing the local electric field.

The bar shall be connected to a high voltage source in such a manner that the connection does not influence the test results (e.g. the connection is done in the axis of the bar, see 6.2.1.2.1). The floor is earthed (grounded) according to 6.2.1.1.

The *voltage detector* shall be installed horizontally for voltages below or equal to 52 kV and vertically for voltages above 52 kV in such a manner that its *contact electrode* or *contact probe* touches the bar at L_2 .

The *threshold voltage* shall be measured by increasing the test voltage until the status of the signal changes according to its type of indication.

The test shall be considered as passed if the measured voltage is within the limits specified in 4.2.1.3.1.

6.2.1.6.2 Alternative test for voltage detectors having completed the production phase

The alternative test consists of checking that the *threshold voltage* of a manufactured *voltage detector* is within $\pm 5\%$ of the voltage of a *voltage detector* that has successfully passed the type tests according to 6.2.1.6.1. This test can be performed by means of an alternative high voltage test set-up.

6.2.2 Electromagnetic compatibility (EMC)

6.2.2.1 Type test

The *voltage detector* shall be submitted to and shall fulfil the relevant tests of IEC 61326-1 for:

- immunity requirements for portable equipment powered by battery or from the circuit being measured with the test parameters given in Table 8;

Table 8 – EMC parameters

Description	Port	Reference	Parameters
Electrostatic discharge (ESD)	Enclosure	IEC 61000-6-2:2016, Table 1	8 kV (air) ^a
RF electromagnetic field immunity	Enclosure	IEC 61000-6-2:2016, Table 1	10 V/m for 80 MHz to 1 GHz (level 2) 3 V/m for 1,4 GHz to 6 GHz (level 2)
Power frequency magnetic field (Only for devices with parts sensitive to magnetic fields)	Enclosure	IEC 61000-6-2:2016, Table 1	Frequency: 50 Hz or 60 Hz Magnetic field: 30 A/m
NOTE 1 Level 2 corresponds to a moderate electromagnetic radiation environment. This happens in presence of Global System for Mobile Communications (GSM), for example fixed transceivers, like microwave antenna for cell phones, installed in transmission structures or substations. NOTE 2 Capacitive type <i>voltage detectors</i> are magnetically non-sensitive devices. ^a For <i>voltage detectors</i> with a <i>nominal voltage</i> equal to or above 10 kV the test for spark resistance is the more severe test, no ESD test is required.			

The performance criteria for all the EMC tests are given in Table 9.

Table 9 – Performance criteria for all the EMC tests

Function	Criteria
Functioning of <i>voltage detector</i>	A
Functioning of the <i>testing element</i>	B
NOTE Criteria A and B are defined in IEC 61326-1.	

- emission limit requirements for equipment intended for use in industrial locations with the test parameters given in Table 10.

Table 10 – Test parameters for emission limit

Description	Port	Test	Parameters
Radio disturbances characteristics	Enclosure	CISPR 11	Class A

NOTE For safety reasons the *voltage detector* can be activated by other means than high voltage.

For *voltage detectors* with a *selector*, it shall be set in the most sensitive position.

The test shall be considered as passed if the relevant indications are not affected.

6.2.2.2 Alternative means for voltage detector having completed the production phase

After completing the production phase, it is not practical to perform EMC tests for checking the conformity to the relevant requirements. Nevertheless, the manufacturer shall prove that it has followed the same documented assembly procedure as for the type tested device.

6.2.3 Clear perceptibility of visual indication

6.2.3.1 Type test

The test set-up is given in Figure 6.

The intensity of the light striking an unpolished grey screen with a reflectivity index of 18 % and the signal source of the *indicator* shall be:

- 50 000 lux $\pm$ 5 000 lux for *outdoor type voltage detector* with standard light D₅₅ according to CIE 15.2 corresponding to colour temperature of 5 500 K $\pm$ 550 K;
- 1 000 lux $\pm$ 100 lux for *indoor type voltage detector* with standard light A according to CIE 15.2 corresponding to colour temperature of 3 200 K $\pm$ 320 K.

The *voltage detector* is positioned in the direction of axis A–B, and its signal source part is centred on the axis A–B in normal use, according to Figure 6a.

The visual perceptibility test shall be performed by energizing the *voltage detector* by any relevant means corresponding to the application of the *threshold voltage* plus 10 %.

By switching the voltage "on" and "off", the *voltage detector* is set to respond in such a manner that the indications "voltage present" and "voltage not present" alternate several times in conditions unknown to the observer.

Three observers with average sight look towards the *voltage detector*, through the 5 mm holes in the front plate (see Figure 6b).

The test shall be considered as passed if the indication is seen by the three observers through each hole.

6.2.3.2 Alternative test for voltage detectors having completed the production phase

The alternative test consists in comparing the perceptibility of the visual indication of a manufactured *voltage detector* to that of a *voltage detector* which has passed successfully the type test according to 6.2.3.1 (reference *voltage detector*). The test shall be considered as passed if the perceptibility of both is almost identical.

Dimensions in millimetres

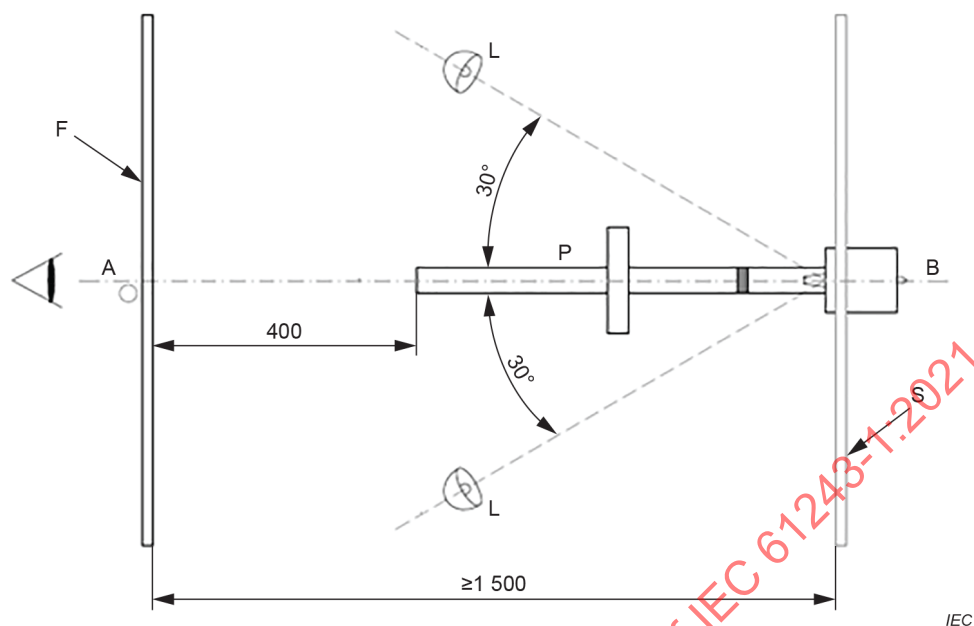


Figure 6a – Top view

Dimensions in millimetres

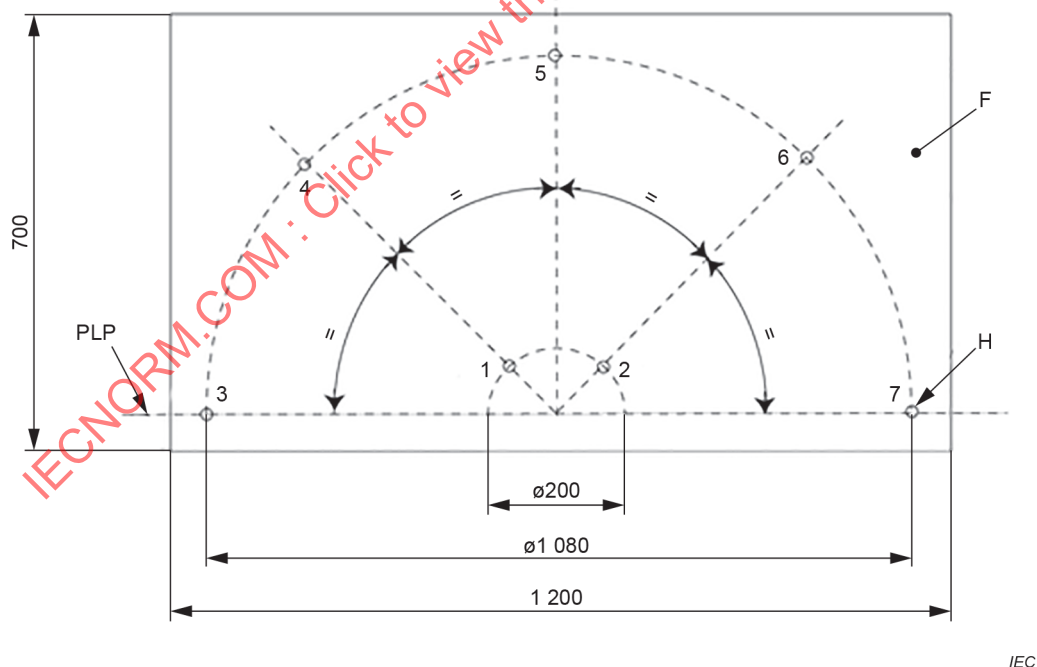


Figure 6b – Front view of the front plate

Key

P	pole of the <i>voltage detector</i>	S	light-grey screen 1 000 × 1 000
F	perforated front plate 3 mm thick	H	seven holes, 5 mm diameter
L	light source	PLP	plane of the light sources and the pole of the <i>voltage detector</i>

Figure 6 – Test set-up for measurement of clear perceptibility of visual indication (see 6.2.3.1)

6.2.4.1 Type test

NOTE 1 Such test conditions are possible in semi-anechoic rooms.

The instrumentation system, including the microphone and cable, shall meet the requirements for a class 1 instrument specified in IEC 61672-1. The filters used shall meet the requirements for a class 1 instrument specified in the IEC 61260 series.

The audible perceptibility test shall be performed by energizing the *voltage detector* by any relevant means corresponding to the application of the *threshold voltage* plus 10 %.

A measuring plane shall be established, perpendicular to the sound axis according to Figure 7a. The distance of 400 mm may be increased by 200 mm if this will enable higher sound intensities to be measured.

Dimensions in millimetres

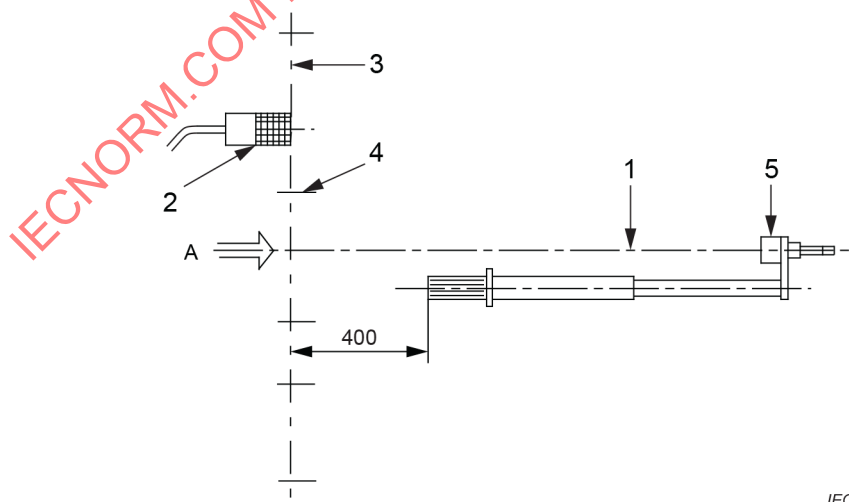


Figure 7a – Side view

Dimensions in millimetres

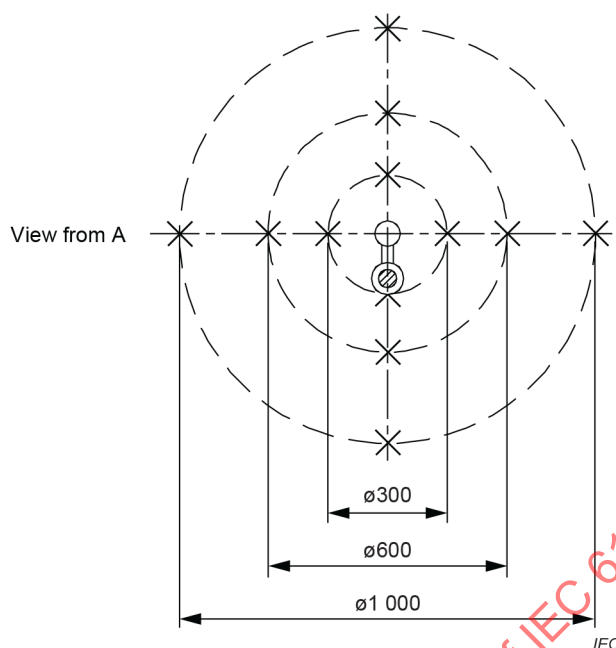


Figure 7b – Front view

Key

- | | |
|---------|----------------------|
| 1 | Sound axis |
| 2 | Measuring microphone |
| 3 | Measuring plane |
| 4 and X | Measuring points |
| 5 | Voltage detector |

Figure 7 – Test set-up for measurement of clear perceptibility of audible indication (see 6.2.4.1)

The measurements shall be carried out for the indications "voltage present" and "voltage not present", at each of the twelve microphone positions of Figure 7b. The sound pressure level shall be measured in each octave band of the frequency range 1 000 Hz to 4 000 Hz, with the A-weighting network.

The period of observation shall be at least 10 s for a continuous signal. For an intermittent signal, the integration time for the measurement shall be shorter than the signal duration.

The test shall be considered as passed if, for each microphone position, the sound pressure level within at least one octave band of the frequency range of interest is greater than

- 80 dB(A), (ref.: 20 µPa) for a *voltage detector* with continuous sound signal;
- 77 dB(A), (ref.: 20 µPa) for a *voltage detector* with intermittent sound signal.

When there is an additional visual indication these values may be reduced by 10 dB(A).

NOTE 2 It is possible to agree on higher values between manufacturer and customer for specific usage in very noisy areas.

6.2.4.2 Alternative test for voltage detectors having completed the production phase

The alternative test consists in comparing the perceptibility of the audible indication of a manufactured *voltage detector* to that of a *voltage detector* which has passed successfully the

type test according to 6.2.4.1 (reference *voltage detector*). The test shall be considered as passed if the perceptibility of both is almost identical.

6.2.5 Frequency dependence

6.2.5.1 Type test

The test shall be carried out using the test set-up and the test procedure of 6.2.1.2.1.

For a *voltage detector* with one nominal frequency, the test shall be performed at 97 % and 103 % of the nominal frequency.

For a *voltage detector* with more than one nominal frequency, the test shall be performed at 97 % and 103 % of each nominal frequency.

The test shall be considered as passed if the *threshold voltage* is within the limits specified in 4.2.1.3.

6.2.5.2 Alternative means for voltage detectors having completed the production phase

The manufacturer shall prove that it has followed the same documented assembly procedure as for the type tested device. The manufacturer shall document components that affect the frequency performance.

6.2.6 Response time

6.2.6.1 Type test

The test voltage applied shall be the *threshold voltage* plus 10 %.

NOTE For practical reasons, the *voltage detector* can be energized by other equivalent means.

The test voltage shall be switched on, then off and on twenty times. The duration of the on and off periods shall be adjusted to 1 s.

The test shall be considered as passed if each visual or audible signal is seen or heard as a rhythmical indication having a minimum frequency of 0,5 Hz. The first signal(s) shall appear during the first cycle.

6.2.6.2 Alternative means for voltage detectors having completed the production phase

The manufacturer shall prove that it has followed the same documented assembly procedure as for the type tested device. The manufacturer shall document components that affect the *response time*.

6.2.7 Power source dependability

6.2.7.1 Type test

A *voltage detector* with a built-in power source and a *nominal voltage* range shall be tested for the lower *nominal voltage*.

The test voltage shall be the *threshold voltage* plus 10 %.

NOTE For practical reasons, the *voltage detector* can be energized by other equivalent means.

The *voltage detector* shall be switched on and the *contact electrode* or *contact probe* applied to an AC voltage source.

The test voltage shall be switched off after 1 min and on 2 min later. The status of the signal corresponding to "voltage present" shall be checked several times at certain intervals during these cycles. The cycles shall be repeated until

- an indication is given according to the instructions for use that the *voltage detector* is no longer operational, or
- the *voltage detector* is switched off automatically for that reason.

The test shall be considered as passed if one of the above-mentioned requirements is fulfilled.

The test duration may be reduced by using other methods that give the same result (for example, the use of an unloaded built-in power source with just enough energy for a good functioning or the use of an external power supply).

6.2.7.2 Alternative means for voltage detectors having completed the production phase

The manufacturer shall prove that it has followed the same documented assembly procedure as for the type tested device. The manufacturer shall document components that affect the power source dependability.

6.2.8 Check of testing element

The *testing element* is activated according to the instructions for use.

A visual and/or audible signal shall appear. The *testing element* shall be activated three times, and a signal shall appear each time.

The electric circuit (and the flow chart if a software is used) shall be checked to verify that all circuits are tested, except those mentioned in the instructions for use.

6.2.9 Non-response to DC voltage

6.2.9.1 Type test

For a *voltage detector* with a *nominal voltage* range, the test voltage shall be selected according to the higher *nominal voltage*. The test voltage shall be $U_n \sqrt{2} / \sqrt{3}$.

The *voltage detector* shall be placed with the *contact electrode* or *contact probe* on a DC voltage source, in accordance with IEC 60060-1. The test shall be repeated with the polarity reversed.

The test shall be considered as passed if there is no continuous signal longer than 1 s.

NOTE For practical reasons, the *voltage detector* can be energized by other equivalent means.

6.2.9.2 Alternative means for voltage detectors having completed the production phase

The manufacturer shall prove that it has followed the same documented assembly procedure as for the type tested device. The manufacturer shall document components that affect the non-response to DC voltage.

6.2.10 Time rating

6.2.10.1 Type test

The *voltage detector* shall be placed with the *contact electrode* or *contact probe* on an AC voltage source, and the test voltage applied for 5 min.

The test voltage shall be $1,2 U_n$ for a *voltage detector* having a *nominal voltage* lower than or equal to 123 kV.

The test voltage shall be $1,2 U_n / \sqrt{3}$ but shall be greater than 148 kV ($\approx 1,2 \times 123$ kV) for a *voltage detector* having a *nominal voltage* higher than 123 kV.

The test shall be considered as passed if the status of the signal corresponding to "voltage present" is uninterrupted for all the test period.

6.2.10.2 Alternative means for voltage detectors having completed the production phase

The manufacturer shall prove that it has followed the same documented assembly procedure as for the type tested device. The manufacturer shall document components that affect the time rating.

6.3 Dielectric tests

6.3.1 Insulating material for tubes and rods for voltage detectors as a complete device

6.3.1.1 Type test

These tests shall only be performed for tubes and rods which are not covered by IEC 60855-1 or IEC 61235.

This test of insulating material is for *voltage detectors* or phase comparators (see IEC 61481-1 and IEC 61481-2) as a complete device and not for tubes and rods for other use.

Insulating parts which are between 60 mm and 200 mm long shall be tested over their entire length. For longer lengths, test pieces of 200 mm shall be made. The ends of the test pieces shall not be sealed for the test.

A strip, approximately 0,5 mm thick and 10 mm wide, shall be removed over the entire length of the axis of each test piece. The test piece shall be conditioned in water having a maximum resistivity of 100 Ω m at a temperature of $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 96 h.

At the end of this period, adhering water shall be wiped off. A 20 mm wide band electrode of conductive material shall be immediately applied on the exterior surface, at both ends of the test piece. After a drying period of $15\text{ min} \pm 1\text{ min}$, in a room at a temperature of $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, a test voltage of 1 kV/cm for 5 min shall be applied.

The test shall be considered as passed if the current is not greater than 50 μA RMS at any time during the last 4 min.

After removal of the test pieces, the current passing through the test set-up shall not exceed 10 μA RMS with the test voltage applied.

6.3.1.2 Alternative test or means for voltage detectors having completed the production phase

The manufacturer shall prove that the tubes and rods used are of the same quality as the type tested ones.

6.3.2 Protection against bridging for indoor and outdoor type voltage detectors

6.3.2.1 Type test

6.3.2.1.1 General

This test is related to the part of the *voltage detector* located between the *limit mark* and the top of the *contact electrode* or *contact probe*. If there is no *limit mark* on a *voltage detector* as a separate device, the end of the *adaptor* shall be regarded as the *limit mark* (Figure 1b).

The test set-up used for the *protection against bridging* test is selected according to the *nominal voltage* of the *voltage detector* and as given in Table 11.

Table 11 – Selection of the test set-up and type of test

Nominal voltages	$U_n \leq 245 \text{ kV}$		$U_n > 245 \text{ kV}$	
	$A_i + 200 \text{ mm} > d_1$	$A_i + 200 \text{ mm} \leq d_1$	$A_i + 200 \text{ mm} > d_1$	$A_i + 200 \text{ mm} \leq d_1$
Type of test set-up	V-shape bars Figure 8a		Parallel bars Figure 8e	
Test	Surface stress and Radial and surface stress	Surface stress	Surface stress and Radial and surface stress	Surface stress

For *voltage detectors* marked "indoor" or "outdoor" the distance d_1 between bar A and bar B shall be adjusted according to Table 12, column "Indoor", whatever the type of test set-up used.

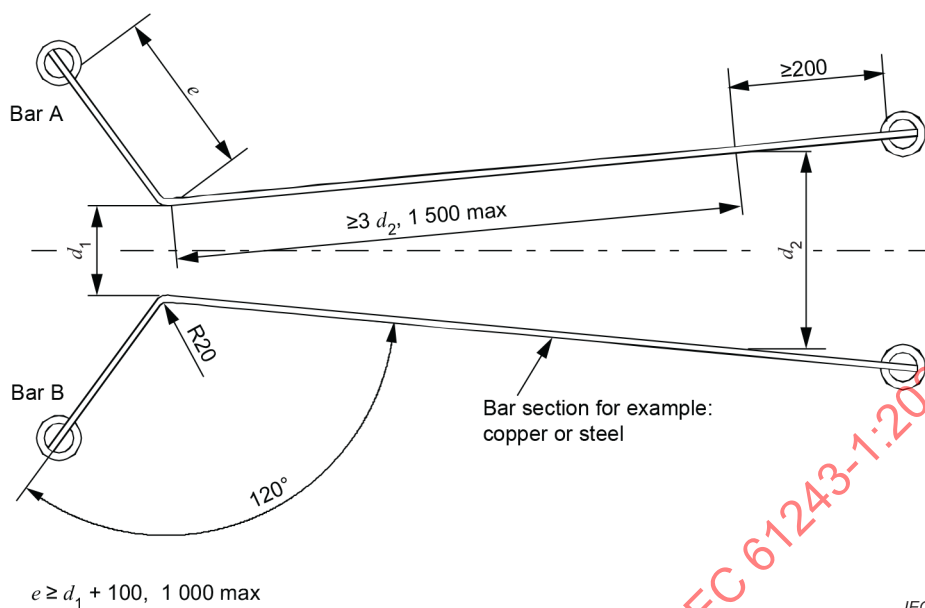
For *voltage detectors* marked "exclusively outdoor" the distance d_1 between bar A and bar B shall be adjusted according to Table 12, column "outdoor", whatever the type of test set-up used.

The distance d_2 of Figure 8a, shall be calculated as follows:

$$d_2 = A_i + d_1 + 200 \text{ (all dimensions are in millimetres)}$$

where A_i is the insertion depth (Figure 1).

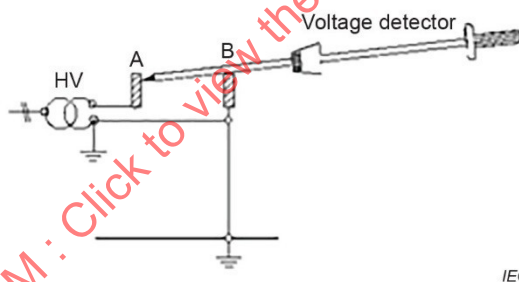
Dimensions in millimetres



IEC

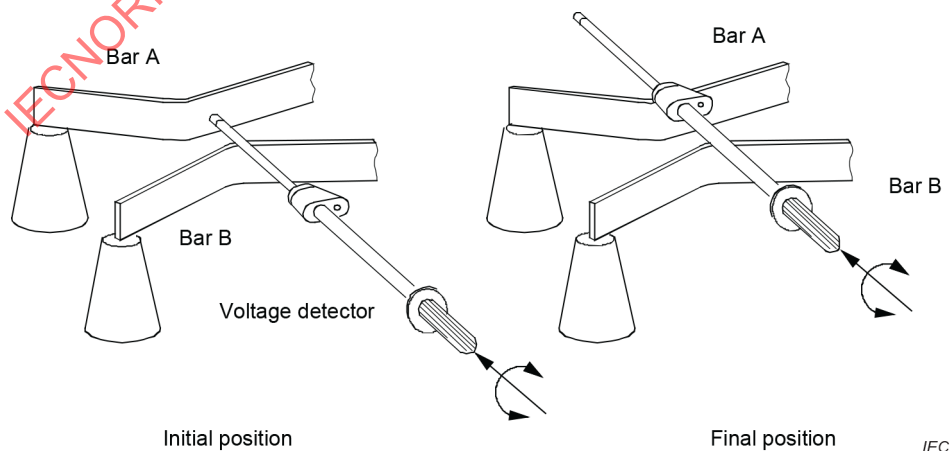
Dimensions of the bars: The bar section shall be 60 mm × 10 mm and the corners shall be rounded to a radius of 1 mm. The cut-off ends shall have the same curve as the bar.

Figure 8a – Test arrangement and dimensions of the V-shape bars



IEC

Figure 8b – Connection of the V-shape bars



IEC

Figure 8c – Surface stress test (see 6.3.2.1.2.2)

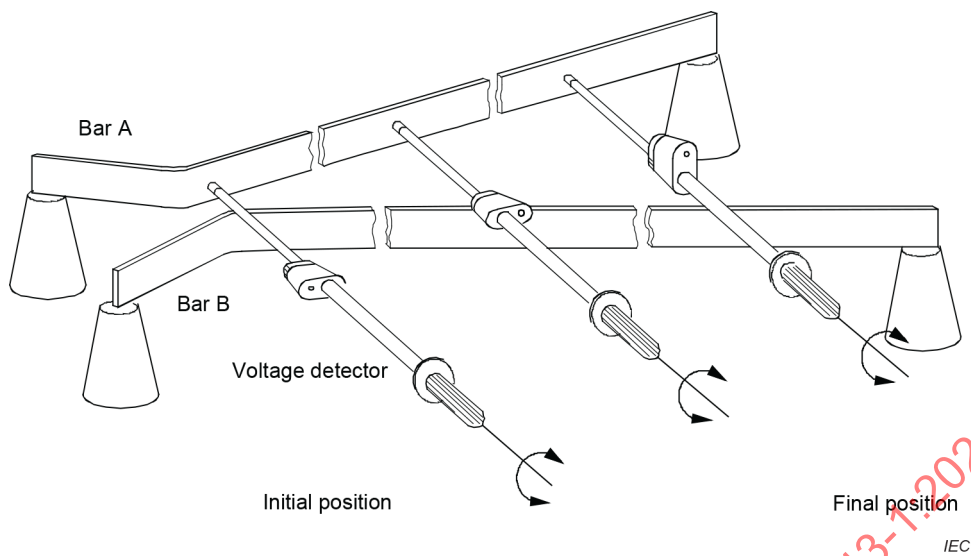


Figure 8d – Radial and surface stress test (see 6.3.2.1.2.3)

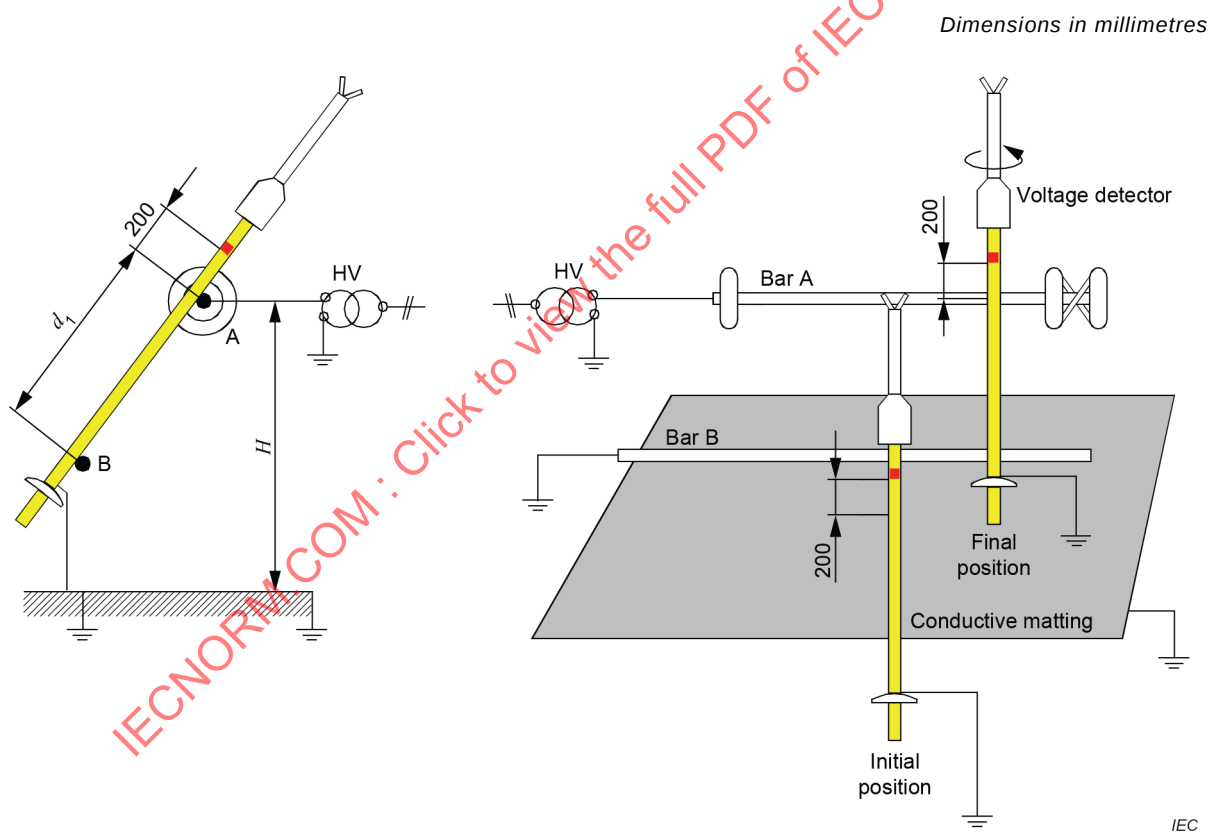


Figure 8e – Parallel bars – Surface stress test (see 6.3.2.1.3.2)

Dimensions in millimetres

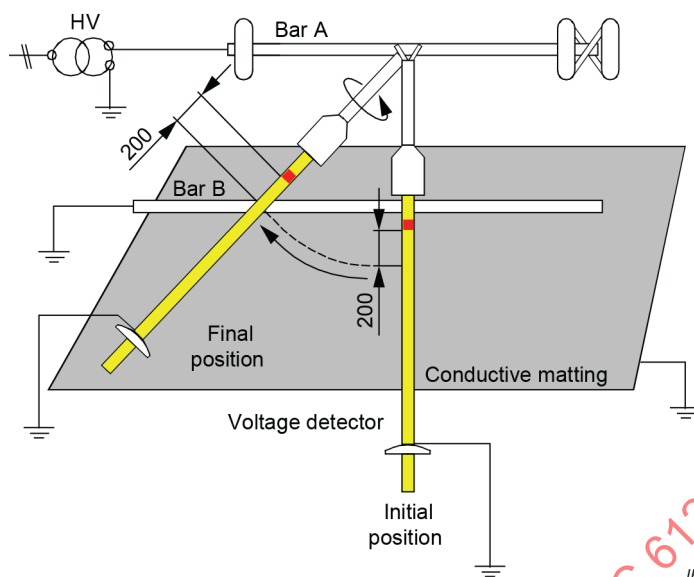


Figure 8f – Parallel bars – Radial and surface stress test (see 6.3.2.1.3.3)

Figure 8 – Test set-up for protection against bridging and spark resistance (see 6.3.2 and 6.3.4)

The test voltage shall be $1,2U_r$ for a *voltage detector* having a *nominal voltage* lower than or equal to 123 kV.

The test voltage shall be $1,2U_r / \sqrt{3}$ but shall be greater than 148 kV ($\approx 1,2 \times 123$ kV) for a *voltage detector* having a *nominal voltage* higher than 123 kV.

Bridging tests shall be performed within the limits of the voltage range of the *voltage detector* for each distance d_1 at the highest voltage of each range given in Table 12.

Table 12 – Distance d_1 for the bridging test set-up

U_n kV	d_1 mm	
	Indoor	Outdoor
$U_n \leq 7,2$	50	150
$7,2 < U_n \leq 12$	60	150
$12 < U_n \leq 17,5$	85	180
$17,5 < U_n \leq 24$	115	215
$24 < U_n \leq 36$	180	325
$36 < U_n \leq 52$	240	520
$52 < U_n \leq 72,5$	330	700
$72,5 < U_n \leq 123$	650	1 100
$123 < U_n \leq 145$	1 100	1 100
$145 < U_n \leq 170$	1 350	1 350
$170 < U_n \leq 245$	1 850	1 850
$245 < U_n \leq 300$	2 100	2 100

U_n kV	d_1 mm	
	Indoor	Outdoor
$300 < U_n \leq 362$	2 500	2 500
$362 < U_n \leq 420$	2 900	2 900
$420 < U_n \leq 550$	3 400	3 400
$550 < U_n \leq 800$	4 800	4 800

6.3.2.1.2 For voltage detector ≤ 245 kV

6.3.2.1.2.1 General

The bars shall be connected as shown in Figure 8b. The ground clearance (H) of bars shall be at least d_1 .

6.3.2.1.2.2 Surface stress test

The top of the *contact electrode* or *contact probe* shall be placed on bar A at the narrow point d_1 and the *voltage detector* shall be laid on bar B for 1 min. The *voltage detector*, still staying at the narrow point, shall be turned and pushed forward toward bar A, until the *limit mark* plus 200 mm reaches bar A (Figure 8c).

The test shall be considered as passed if no flashover or breakdown occurs.

6.3.2.1.2.3 Radial and surface stress test

The top of the *contact electrode* or *contact probe* shall be placed on bar A at the narrow point d_1 and the *voltage detector* shall be laid on bar B. Then the *voltage detector* shall be rolled along the bars, until the *limit mark* plus 200 mm reaches bar B (Figure 8d) while the top of the *contact electrode* or *contact probe* remains in contact with bar A.

The test shall be considered as passed if no flashover or breakdown occurs.

6.3.2.1.3 For voltage detector > 245 kV

6.3.2.1.3.1 General

The bars shall be connected as shown in Figure 8e. The ground clearance (H) of bar A shall be at least d_1 . The height of bar B is not critical to the test.

6.3.2.1.3.2 Surface stress test

The top of the *contact electrode* or *contact probe* shall be placed on bar A and the *voltage detector* shall be laid on bar B for 1 min (Figure 8e, initial position). The *voltage detector* shall then be pushed forward toward bar A and rolled until the *limit mark* plus 200 mm reaches bar A (Figure 8e, final position).

The test shall be considered as passed if no flashover or breakdown occurs.

6.3.2.1.3.3 Radial and surface stress test

The top of the *contact electrode* or *contact probe* shall be placed on bar A (Figure 8f, initial position) and, keeping the electrode in contact with bar A, the *voltage detector* shall be angularly moved relative to the bars and rolled until the *limit mark* plus 200 mm reaches bar B (Figure 8f, final position).

The test shall be considered as passed if no flashover or breakdown occurs.

6.3.2.2 Alternative test for voltage detectors having completed the production phase

For *voltage detectors* having completed the production phase the test for surface stress shall be performed for 30 s.

6.3.3 Protection against bridging for outdoor type voltage detector

6.3.3.1 Type test

This test is performed for all types of outdoor *voltage detectors* (*outdoor type* and *exclusively outdoor type*).

The *voltage detector* shall be fitted with two conductive band electrodes, which, according to the *nominal voltage* of the *voltage detector*, have a width as proposed in Table 13. These band electrodes are wound around the tube, one at the *contact electrode* or *contact probe* and the other in the direction of the handle at a distance d_1 , column "Outdoor", specified in Table 12.

The band electrodes may be shielded by means of concentric rings having the dimensions suggested in Table 13. In this case, the rings shall be electrically connected to the band electrodes.

Table 13 – Dimensions for the concentric rings and band electrodes

Nominal voltages	Width of band electrodes mm	Concentric rings	
		Outside diameter mm	Cross-section diameter mm
$U_n \leq 245$ kV	20	200	30
$U_n > 245$ kV	40	600	160

One band electrode shall be connected to an AC voltage source, and the other band electrode shall be connected to earth (ground).

For practical reasons, the band electrode nearest to ground is generally connected to earth (ground) and the farthest is connected to the AC voltage source.

Precipitation shall be performed in accordance with 6.1.3.

The *voltage detector* shall be aligned at an angle of inclination of $20^\circ \pm 5^\circ$ to the vertical, in such a way that its *contact electrode* or *contact probe* points downwards, and the rain falls at an angle of roughly 45° to the vertical (i.e. at an angle of roughly 65° to the *voltage detector*) (see Figure 9). The precipitation on the test section should be as uniform as possible.

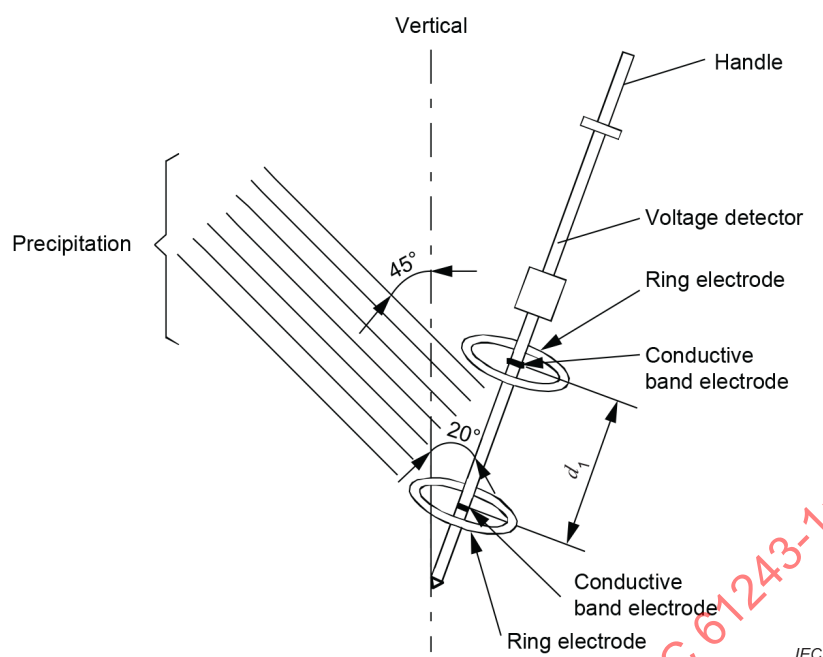


Figure 9 – Test for protection against bridging for outdoor type voltage detector

The *voltage detector* shall be wetted for 3 min. Then, it shall be turned 180°, as quickly as possible, so that the *contact electrode* or *contact probe* points upwards, and wetted for an additional 2 min.

Then the test voltage shall be applied for 1 min while the rain continues.

The test voltage shall be $1,2U_r$ for a *voltage detector* having a *nominal voltage* lower than or equal to 123 kV.

The test voltage shall be $1,2U_r / \sqrt{3}$ but shall be greater than 148 kV ($\approx 1,2 \times 123$ kV) for a *voltage detector* having a *nominal voltage* higher than 123 kV.

Bridging tests shall be performed within the limits of the voltage range of the *voltage detector* for each distance d_1 at the highest voltage of each range given by Table 12.

The band electrodes shall then be shifted section by section, always maintaining the same distance d_1 , so that the sections overlap by approximately 50 %.

This test shall be repeated until the earthed (grounded) electrode is at the distance d_3 from the *contact electrode* or *contact probe* with

$$d_3 = A_i + d_1$$

The test shall be considered as passed if no breakdown occurs.

For a *voltage detector* without *contact electrode extension*, and for which the insertion depth is shorter than d_1 , the test is only made for distance d_1 from the *contact electrode* or *contact probe*.

6.3.3.2 Alternative test for voltage detectors having completed the production phase

For *voltage detectors* having completed the production phase the test for surface stress shall be performed for 30 s, only in dry condition.

6.3.4 Spark resistance

The test set-up for the spark resistance test shall be selected according to the *nominal voltage* of the *voltage detector*, as given in Table 14.

Table 14 – Selection of the test set-up for the spark resistance test

Nominal voltages	$U_n \leq 245 \text{ kV}$	$U_n > 245 \text{ kV}$
Type of test set-up	V-shape bars Figure 8a	Parallel bars Figure 8e

The distance d_1 between bar A and bar B shall be adjusted according to Table 12 whatever the type of test set-up used. The distance d_2 of Figure 8a, shall be calculated as follows:

$$d_2 = A_i + d_1 + 200 \text{ (all dimensions are in millimetres)}$$

The test voltage shall be $1,2U_n$ for a *voltage detector* having a *nominal voltage* lower than or equal to 123 kV.

The test voltage shall be $1,2U_n / \sqrt{3}$ but shall be greater than 148 kV ($\approx 1,2 \times 123 \text{ kV}$) for a *voltage detector* having a *nominal voltage* higher than 123 kV.

The *contact electrode* or *contact probe* shall be placed on bar A and the *voltage detector* shall lay on bar B. Then the *voltage detector* shall be withdrawn from bar A until the largest continuous spark occurs. The *voltage detector* shall be kept in this position for 1 min.

Additionally, the *voltage detector* shall be pushed toward bar A seeking the longest possible spark between the *indicator* and bar B. If a spark occurs, this position shall be kept for 1 min.

The test shall be considered as passed if there is no damage to the *voltage detector* and the *voltage detector* is not shut off.

NOTE For convenience this test can be combined with test 6.3.2.

6.4 Mechanical tests

6.4.1 Visual and dimensional inspection

6.4.1.1 Visual inspection

The *voltage detector* shall be tested for conformance with 4.1, 4.2.1.3.4, 4.4.2, 4.5, 4.6 and the instructions for use (4.7). It shall be verified that the user does not have access to the *threshold voltage* setting.

6.4.1.2 Dimensional inspection

The *voltage detector* shall be checked for conformance with the requirements of 4.4.3 and 4.5.

6.4.2 Grip force and deflection (only applicable for voltage detector as a complete device)

The *voltage detector* shall be kept in a horizontal position by means of two supports. The contact end electrode support (front support) shall be located 50 mm from the *hand guard*, towards the end of the handle. The distance between the two supports is to simulate the distance between the user's hands. For a *voltage detector* with a handle shorter than 1 100 mm, the rear support shall be located 50 mm from the end of the handle. For a *voltage detector* with a handle equal

to or longer than 1 100 mm, the rear support shall be placed 1 000 mm from the front support (see Figure 10).

Dimensions in millimetres

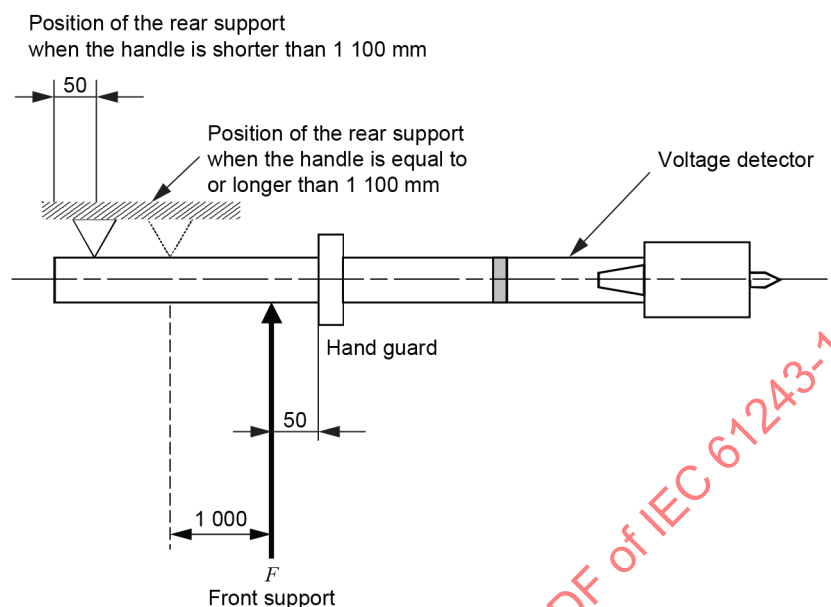


Figure 10 – Test set-up for grip force

The grip force (F) shall be measured at the front support and shall be less than 200 N.

The *voltage detector* shall then be clamped at the front support location and the deflection measured. The deflection (δ) shall not exceed 10 % of the total length of the *voltage detector* (L_0).

6.4.3 Vibration resistance.

The test method shall be in accordance with IEC 60068-2-6.

The *indicator* shall be fastened to the vibrator by rigid intermediate parts which shall not affect the test results.

To attenuate any large amplitude oscillations which may be induced in the *contact electrode* or *contact probe* during the test, the free end of the electrode shall be fastened to the rigid part.

The assembly shall be submitted to sinusoidal rectilinear vibrations in two perpendicular directions, one of which corresponds to the long axis of the *indicator*.

The sweep (run of the specified frequency range once in each direction) shall be continuous and the sweeping rate shall be approximately one octave per minute. The frequency range shall be from 10 Hz to 150 Hz.

The amplitude and acceleration shall be as follows:

- 0,15 mm peak value between 10 Hz and 58 Hz;
- 19,6 m/s² peak value between 58 Hz and 150 Hz.

The duration of the tests shall be set for 2 h in each direction.

The test is considered as passed if the *voltage detector* shows no signs of mechanical damage.

6.4.4 Drop resistance

This test shall be performed in accordance with IEC 60068-2-31, procedure 1, with the following parameters.

- The test surface shall be concrete or steel. The test surface shall be smooth, hard and rigid.
- The *voltage detector* shall be dropped from horizontal, and from diagonal static positions.
- The height of fall shall be 1 m from horizontal position.
- The height of fall shall be 1 m plus 20 % of the overall length of the *voltage detector* for diagonal position. For diagonal position, the height of fall shall be the distance between the end of the *contact electrode* or *contact probe*, projected onto a vertical axis, and the floor (see Figure 11).
- The number of falls shall be one per position.

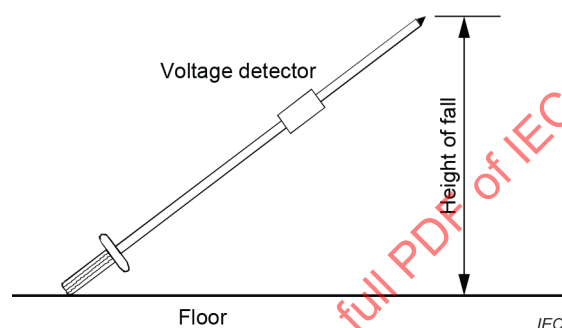


Figure 11 – Drop resistance test – Diagonal position

The test shall be considered as passed if the *voltage detector* shows no signs of mechanical damage even if the *contact electrode* or *contact probe* is bent without destruction.

If the *insulating stick* is not provided, the test shall be performed with an *insulating stick* having the minimum constructive dimensions specified in 4.4.3.

6.4.5 Shock resistance

The test is designed to check the sturdiness of the *voltage detector*. The test method shall be in accordance with the IEC 60068-2-75 pendulum method.

The most fragile part of the *voltage detector* shall be submitted to shock five times. The same location on the most fragile part shall be shocked only once.

The impact energy shall be 5 J.

The test is considered as passed if the *voltage detector* shows no signs of mechanical damage and the *voltage detector* is still working properly.

6.4.6 Climatic dependence

6.4.6.1 Type test

Before this test, each *voltage detector* shall be cleaned with isopropanol and then dried in air for 15 min.

The test shall be performed on the *indicator* and the *contact electrode* or *contact probe* extension, if so equipped, in accordance with IEC 60068-2-14 except for the temperature and

relative humidity cycles. In this case, the test cycle shall be in accordance with the following (see Figure 12).

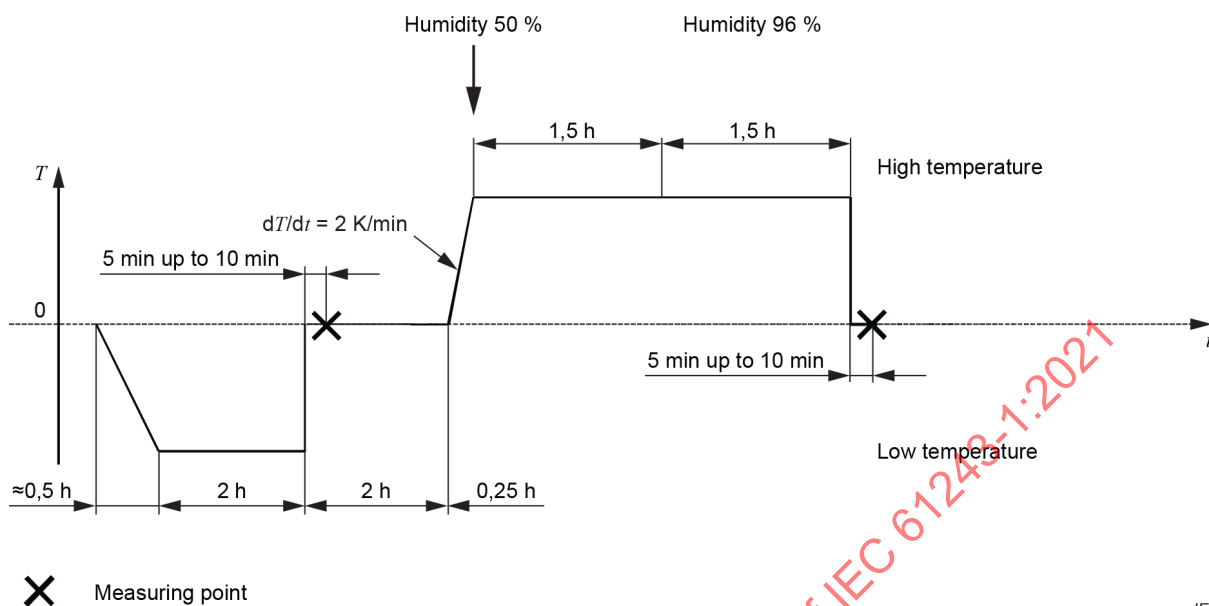


Figure 12 – Curve of test cycle for climatic dependence

The test piece shall be placed in a climatic chamber. The temperature of the chamber is lowered from the ambient temperature to the required low value according to the climatic category of the *voltage detector* (see Table 2). The temperature of the chamber shall be maintained for 2 h.

The test piece shall then be removed from the climatic chamber and within 5 min to 10 min following the withdrawal, the measurement of the *threshold voltage* shall be carried out at ambient temperature according to 6.2.1.2.1. Wiping of external parts is allowed.

The *voltage detector* shall then be kept at ambient temperature for 2 h.

The test piece shall next be placed in the climatic chamber and the temperature shall be increased 2 K/min until it reaches the high value according to the climatic category of the *voltage detector* (see Table 2). The relative humidity shall be maintained at 50 %.

The chamber shall be kept at the high temperature for 3 h. During the first hour and half, the relative humidity shall be increased from 50 % to 96 %.

The test piece shall then be removed from the climatic chamber and within 5 min to 10 min following the withdrawal, the measurement of the *threshold voltage* shall be carried out according to 6.2.1.2.1 at ambient temperature. Wiping of external parts is allowed.

The test shall be considered as passed if the two measured *threshold voltages* satisfy the limits specified in 4.2.1.3.1.

NOTE This test procedure combines conditions of steady extreme temperatures and sudden change of temperature, since it is not practical to perform high voltage tests in a climatic chamber.

6.4.6.2 Alternative means for voltage detectors having completed the production phase

It is not practical to perform the test under climatic conditions after completing the production phase for checking the conformity to the associated requirements. Nevertheless the manufacturer shall prove that it has followed the same documented assembly procedure as for

the type tested device. The manufacturer shall document components that affect the climatic performance.

6.4.7 Durability of markings

The markings shall be rubbed successively with a rag soaked in water for at least 1 min, then with another rag soaked in isopropanol for another minimum of 1 min.

The test shall be considered as passed if the markings remain legible, the letters do not smear, and the stickers remain attached. The surface of the *voltage detector* may change. No signs of loosening shall be present for labels.

7 Specific tests

7.1 Leakage current for voltage detector as a complete device

7.1.1 General

This test is related to the part of the *voltage detector* as a complete device located between the *limit mark* and the *hand guard*.

The *voltage detector* shall be fitted with two conductive band electrodes which, according to the *nominal voltage* of the *voltage detector*, have a width specified in Table 13. These band electrodes are wound around the *voltage detector*, one adjacent to the *hand guard* in the direction of the *contact electrode* or *contact probe* and the other, directly adjacent to the *limit mark* in the direction of the handle.

The band electrodes shall be shielded by means of concentric rings having the dimensions given in Table 13. The band electrodes and the concentric rings shall be insulated from each other.

A test voltage of $1,2U_r$ shall be applied for a *voltage detector* having a *nominal voltage* lower than or equal to 123 kV.

A test voltage of $1,2U_r / \sqrt{3}$, but greater than 148 kV ($\approx 1,2 \times 123$ kV), shall be applied for a *voltage detector* having a *nominal voltage* higher than 123 kV.

For *voltage detectors* with a *nominal voltage* range, the test shall be conducted at the higher value of the *nominal voltage*.

Leakage currents shall be measured according to 7.1.2 and 7.1.3.

7.1.2 Leakage current under dry conditions

In a first step the leakage current (RMS value) shall be measured under dry conditions while the test voltage is applied for 1 min.

The band electrode at the *hand guard* shall be connected to earth (ground) through an ammeter by means of a earthed (grounded) screen cable. The adjacent concentric ring shall be connected to earth (ground) directly. The band electrode and the concentric ring at the *limit mark* shall be connected to the test voltage (see Figure 13).

The test shall be considered as passed if the leakage current never exceeds 50 μ A.

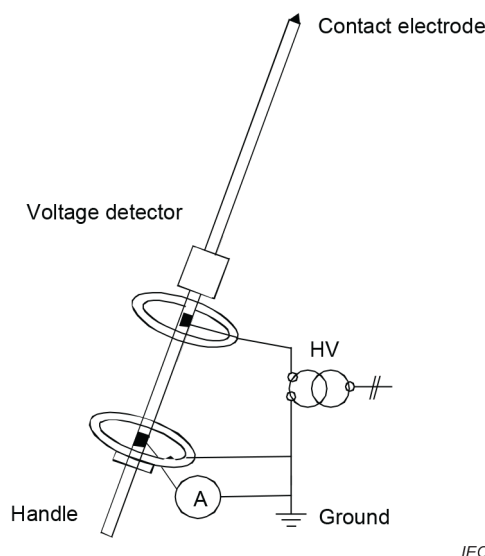


Figure 13 – Arrangement for leakage current tests under dry conditions for voltage detector as a complete device

7.1.3 Leakage current under wet conditions (outdoor type and exclusively outdoor type)

For *outdoor type voltage detector*, a wet test is also required. The test shall be performed in accordance with 6.1.3.

The rain shall fall at an angle of roughly 45° to the vertical. The precipitation on the test section covering the complete insulating length shall be as uniform as possible.

The *voltage detector* shall be placed on a earthed (grounded) plane and shall be aligned at an angle of inclination of $20^\circ \pm 5^\circ$ to the vertical, with its *contact electrode* downward (i.e. an angle of roughly 65° between rainfall and *voltage detector*). The band electrode near the *limit mark* shall be connected to earth (ground) through the ammeter. The *contact electrode* and the concentric ring near the *limit mark* shall be earthed (grounded). The band electrode and the concentric ring near the handle shall be connected to the test voltage (see Figure 14a).

The *voltage detector* shall be wetted for 15 min. While the rain continues, the test voltage shall be applied for 1 min and the leakage current shall be measured. The maximum value of the leakage current shall be recorded.

In order to avoid the measurement of current spikes due to water drops and stream, the ammeter shall give at least an averaging time of 1 s and its input shall be equipped with an appropriate resistor-capacitor filter cutting frequencies above 240 Hz.

The *voltage detector* shall then be turned 180° , so that the *contact electrode* points upwards. The band electrode near the handle shall be connected to earth (ground) through the ammeter and its adjacent concentric ring shall be earthed (grounded). The *contact electrode*, the band electrode and the concentric ring near the *limit mark* shall be connected to the test voltage (see Figure 14b).

The *voltage detector* shall be wetted for an additional 15 min. While the rain continues, the test voltage shall be applied for 1 min and the leakage current shall be measured. The maximum value of the leakage current shall be recorded.

The test shall be considered as passed if the leakage current under wet conditions never exceeds 0,5 mA.

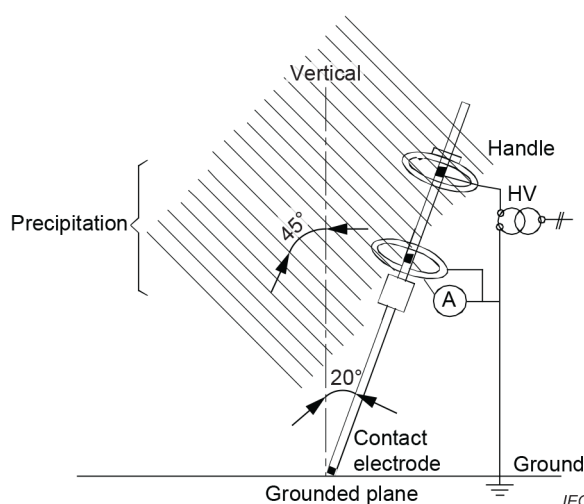


Figure 14a – Downwards position

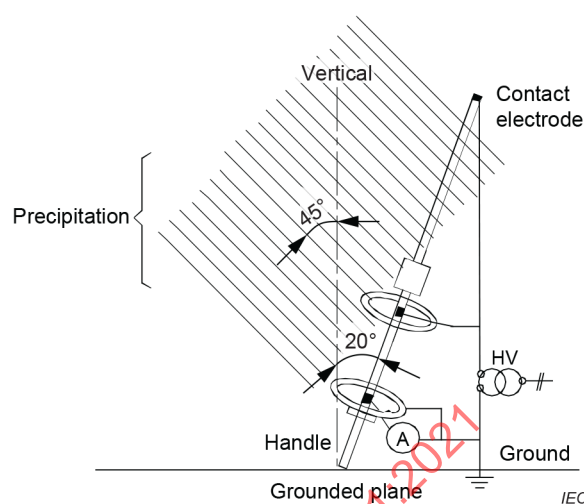


Figure 14b – Upwards position

Figure 14 – Arrangement for leakage current tests under wet conditions for outdoor type voltage detector as a complete device

7.1.4 Alternative test for voltage detectors having completed the production phase

The manufacturer can use any alternative test set-up to check that the leakage current does not exceed the value given in 7.1.2.

7.2 Test for stand-by state

Voltage detectors with a *stand-by state* shall be tested in the test set-ups according to 6.2.1.2.1 and 6.2.1.6.

The *voltage detector* shall be in the *stand-by state* mode to start the first test and the second test.

For the first test the test voltage is 90 % of the *threshold voltage* measured in 6.2.1.2.1.

The test shall be considered as passed if there is no indication of "voltage present".

For the second test, the test voltage is 110 % of the *threshold voltage* measured in 6.2.1.2.1.

The test shall be considered as passed if there is indication of "voltage present".

For *voltage detectors* of category L, both tests shall be repeated in the test set-up according to 6.2.1.6. The test voltages are 90 % and 110 % of the measured values of 6.2.1.6.

7.3 Test for ready to operate state

The *ready to operate state* is tested with the check of *testing element*. If relevant, according to 5.4, the indication of the *ready to operate state* shall be checked by activating the *voltage detector*.

8 Test for reasonably foreseeable misuse of the selector

8.1 Initial position of the selector

The voltage or frequency *selector* shall be switched at the least sensitive position if possible in the switched-off state. The *voltage detector* shall be switched on.

The test shall be considered as passed if the *voltage detector* does not reach the "ready to operate state" or the *voltage detector* switches automatically to the most sensitive range.

The test shall be repeated for every *selector* position not being the most sensitive position.

8.2 Voltage indication at incorrect low position of the selector (where relevant)

The voltage or frequency *selector* of the *voltage detector* shall be switched at the most sensitive position. The test for *threshold voltage* shall be performed at the highest *rated voltage* of the voltage ranges of the *voltage detector*.

The test shall be considered as passed if the *voltage detector* still gives a *clear indication* "voltage present", and no obvious damage of the *voltage detector* is visible.

9 Conformity assessment of voltage detectors having completed the production phase

For conducting the conformity assessment during the production phase, IEC 61318 shall be used in conjunction with this document.

Annex D, the result of a risk analysis on the performance of the *voltage detector*, provides the classification of defects and identifies the associated tests applicable in case of production follow-up.

Annex E provides classification of defects and tests to be allocated.

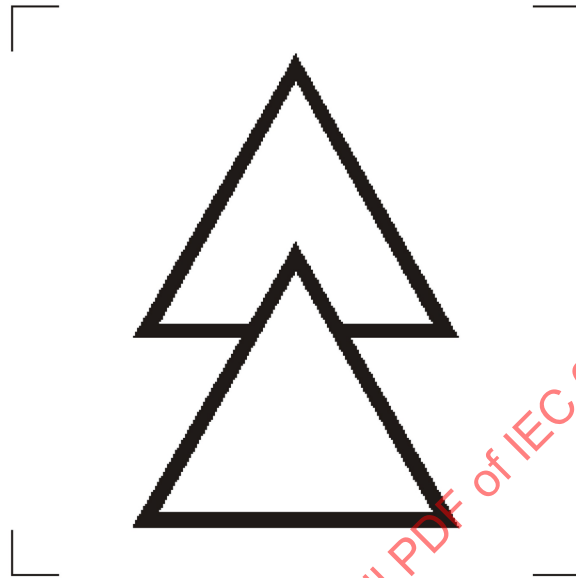
10 Modifications

Any modification of the type tested *voltage detector* shall require:

- a repeat of the type tests, in whole or in part (if the degree of modification so justifies);
- an update of the *voltage detector* reference literature.

Annex A
(normative)

Suitable for live working; double triangle
(IEC-60417-5216:2002-10)



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-1:2021

Annex B (normative)

Instructions for use

Operating instructions that contain all information necessary for the use and care of the *voltage detector* shall be supplied with every unit.

These include, where applicable, the following as a minimum:

- explanation of the labels;
- instructions for proper usage and a recommendation for a training before the first use;
- explanation of the assembly in the case of multipart *voltage detector*;
- explanation of the *limit mark* and of the *hand guard*;
- significance of the indication signals;
- explanation of the function test and statement of any limitation (e.g. when the *testing element* is not testing all circuits);
- explanation of categories S or L, and their purpose concerning the proper use;
- explanation of customized *voltage detectors* (e.g. for low or high *interference voltages*);
- statement that making contact on a coated part to be tested may give an incorrect indication, only contact bare metal to bare metal ensures a correct indication;
- statement that the function test shall be repeated in the event of an indication "voltage not present";
- statement that the *voltage detector* with a built-in *testing element* shall be checked before and after every use;
- statement that every *voltage detector* shall be put into the *ready to operate state* before detection;
- a note to the effect that if the *voltage detector* is without a built-in *testing element*, and no external testing device is available, the *voltage detector* shall be tested on a live conductor before and after use;
- statement that when the *system operating voltage* is degraded (e.g. 20 kV instead of 110 kV) the indication of a *voltage detector* according to the systems *nominal voltage* may not be correct;
- for *voltage detectors* with a *selector*, explanation of correct selection, possible misuse and its consequences;
- explanation of the purpose and limitation of use of each *accessory* supplied and type-tested;
- explanation of the usage of a *voltage detector* marked "exclusively outdoor";
- statement concerning the possible restrictions or formal interdictions on their use in case of switchgear of IEC 62271 series design;
- for systems without neutral reference, a statement that the insulating level shall be adapted to the maximum possible voltage to the earth (ground);
- statement concerning the possible restriction of their use on overhead line systems of electrified railways;
- explanation concerning the limits within which the voltage of the installation to be tested may vary giving at the same time a *clear indication*;
- statement concerning possible effects of *interference voltage* and *interference field*;
- explanation that the *voltage detector* shall not be put nearby, between or along conductive parts at the same potential creating an equipotential zone, because this may lead to an incorrect indication – in the worst case indication of a dead state instead of a live state;

- explanation of the correct and incorrect positioning of a *voltage detector* between two live parts (see Annex F);
- statement concerning the duration that the *voltage detector* may be in contact with installations while exposed to precipitation;
- statement concerning *voltage detectors* with a built-in power source explaining the reaction when the power source is exhausted;
- instructions for storage and care;
- instructions for periodic *maintenance tests*; (See Annex G)
- instructions for transport;
- statement concerning which parts of the *voltage detector* can be replaced by the user and what parameters shall be maintained in doing so;
- statement concerning the type, the minimum length of the *insulating element* and the dielectric properties of the *insulating stick* that shall be used in conjunction with the *voltage detector* as a separate device (see 4.3.1 and 4.4.3).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-1:2021

Annex C (normative)

Chronology of type tests

The chronology of type tests shall be made according Table C.1 and Table C.2.

Table C.1 – Sequential order for performing type tests

Sequential order	Type tests	Subclauses	Requirements
1	Visual and dimensional inspection	6.4.1	4.1, 4.2.1.3.4, 4.4.2, 4.4.3, 4.5, 4.6 4.7
2	Vibration resistance	6.4.3	4.4.5
2	Drop resistance	6.4.4	4.4.6
2	Shock resistance	6.4.5	4.4.7
3	<i>Threshold voltage</i>	6.2.1.2.1	4.2.1.3.1
3	Overhead line configuration test for <i>voltage detectors</i> of category L	6.2.1.6	4.2.1.3.3
3	Test for <i>stand-by state</i>	7.2	5.3
3	Test for reasonably foreseeable misuse of the <i>selector</i> – voltage indication at incorrect low position of the <i>selector</i>	8.2	4.2.1.3.4 4.8.2
4	Climatic dependence	6.4.6.1	4.2.3
4	Frequency dependence	6.2.5.1	4.2.4
4	Power source dependability (or out of sequence)	6.2.7.1	4.2.6
5	<i>Protection against bridging for indoor type/outdoor type voltage detector</i>	6.3.2.1	4.3.2 5.2
5	<i>Protection against bridging for outdoor type voltage detector</i>	6.3.3.1	4.3.2
6	Spark resistance	6.3.4	4.3.3
7	Time rating	6.2.10.1	4.2.9 4.2.1.2
8	Check of <i>testing element</i>	6.2.8	4.2.7
8	Test for <i>ready to operate state</i>	7.3	5.4
9	Influence of in-phase <i>interference field</i>	6.2.1.3	4.2.1
9	Influence of phase opposition <i>interference field</i>	6.2.1.4	4.2.1
9	Influence of <i>interference voltage</i>	6.2.1.5	4.2.1
10	Leakage current for a <i>voltage detector</i> as a complete device under dry conditions	7.1.2	4.3.1 5.1
11	Leakage current for a <i>voltage detector</i> as a complete device under wet conditions (for <i>outdoor type</i> and <i>exclusively outdoor type</i>)	7.1.3	4.3.1 5.1

NOTE Tests with the same sequential number can be performed in the most convenient order.

Table C.2 – Type tests out of sequence

Type tests	Subclauses	Requirements
Durability of markings	6.4.7	4.5
Grip force and deflection	6.4.2	4.4.4
Non-response to DC voltage	6.2.9.1	4.2.8
Clear perceptibility of visual indication	6.2.3.1	4.2.2.2
Clear perceptibility of audible indication	6.2.4.1	4.2.2.3
<i>Response time</i>	6.2.6.1	4.2.5
Electromagnetic compatibility (EMC)	6.2.2.1	4.2.10
Insulating material for tubes and rods	6.3.1.1	4.3.1
Test for reasonably foreseeable misuse of the <i>selector</i> – initial position of the <i>selector</i>	8.1	4.8.1
NOTE Type tests out of sequence are performed on the same three <i>voltage detectors</i> .		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-1:2021

Annex D (informative)

Classification of defects and tests to be allocated

Annex D addresses the type of defects of a manufactured *voltage detector of capacitive type* (critical, major or minor) in a consistent manner (see IEC 61318). For each requirement identified in Table D.1, both the type of defect and the associated test are specified.

Table D.1 – Classification of defects and associated requirements and tests

Requirements		Type of defect			Test	Test to be performed	Documentation test	Sampling test
		Critical	Major	Minor				
4.1	<i>Clear perceptibility of indication for voltage detectors with only one type of signal (visual or audible)</i> - indication group I: - indication groups II and III: <i>Clear perceptibility of indication for voltage detectors with two types of signals (visual and audible)</i>		X		6.2.3.2 6.2.4.2			X
4.2.2.2 4.2.2.3			X					X
				X				X
4.2.1	Influence of in-phase interference field (functional safety)	X			b			
4.2.1	Influence of phase opposition interference field	X			b			
4.2.1	Influence of interference voltage	X			b			
4.2.1.3.1	Threshold voltage	X			6.2.1.2.2	X		
4.2.1.3.3	Indication on overhead lines	X			6.2.1.6.2	X		
4.2.1.3.4	Setting of the threshold voltage (functional safety)	X			6.2.1.2.2 6.2.1.6.2	X		
4.2.3	Climatic dependence (functional safety)	X			6.4.6.2		X	
4.2.4	Frequency dependence (functional safety)	X			6.2.5.2		X	
4.2.5	Response time (functional safety)	X			6.2.6.2		X	
4.2.6	Power source dependability	X			6.2.7.2		X	
4.2.7	Functioning of the testing element		X		6.2.8			X
4.2.8	Non-response to DC			X	6.2.9.2		X	
4.2.9	Time rating (functional safety)		X		6.2.10.2		X	
4.2.10	Electromagnetic compatibility (EMC) - emission - immunity	X		X	6.2.2.2		X X	

a	For <i>outdoor type</i> and <i>exclusively outdoor type voltage detectors</i> , the tests are performed in dry conditions only.
b	At the production level, there is no need to perform a test associated to this requirement. The confirmation of the <i>threshold voltage</i> value according to 6.2.1.2.2 confirms the correctness of the performance of the device to give a correct indication under <i>interference field</i> and <i>interference voltage</i> .
c	At the production level, the test shall check the availability of the documents for the user and the instructions for use.

Annex E (informative)

Rationale for the classification of defects

Annex E provides the rationale for the classification of defects specified in Annex D. For a brand new *voltage detector*, Table E.1 presents the justification for the type of defect associated with a lack of conformance with each of the requirements included in this document.

This analysis takes into consideration that *voltage detectors* are used by persons trained for the work, in accordance with the hot stick working method and the instructions for use.

Table E.1 – Rationale for the classification of defects

Requirement	Justification for the associated defect specified in Annex D
Critical defects	
<i>Clear perceptibility</i> of indication for <i>voltage detectors</i> with only one type of signal (visual or audible) - indication group I:	If one of the <i>active signals</i> does not work, the user cannot conclude if the part to be tested is live or not. This can lead to a hazardous situation for the user.
Influence of in-phase <i>interference field</i> (functional safety)	<i>Interference fields</i> may affect picking up the correct signal and so give a false indication. This can lead to a hazardous situation for the user.
Influence of phase opposition <i>interference field</i>	
Influence of <i>interference voltage</i>	
<i>Threshold voltage</i>	An incorrect <i>threshold voltage</i> can lead to an incorrect indication. This can lead to a hazardous situation for the user.
Indication on overhead lines (<i>voltage detectors</i> of category L)	If the <i>voltage detector</i> gives a false indication (for example "voltage not present" instead of "voltage present"), it can lead to a hazardous situation.
Setting of the <i>threshold voltage</i> (functional safety)	The user shall not have any access to the <i>threshold voltage</i> setting. Changing the setting can lead to false indication. This can lead to a hazardous situation for the user.
Climatic dependence (functional safety)	If the <i>voltage detector</i> does not work properly in its temperature range, it could give a false indication and lead to a hazardous situation for the user.
Frequency dependence (functional safety)	If the <i>voltage detector</i> does not work properly in its frequency range, it can give a false indication and lead to a hazardous situation for the user.
<i>Response time</i> (functional safety)	If for any reasons the <i>response time</i> becomes longer than 1 s, the user could conclude a non answer as an indication. This could lead to a hazardous situation for the user.
Power source dependability	The purpose of this requirement is to ensure that the <i>voltage detector</i> will indicate properly until the built-in power source is exhausted. If not it could give incorrect indication and lead to a hazardous situation.
Electromagnetic compatibility (EMC) - immunity	If the <i>voltage detector</i> does not fulfil the immunity requirements, it can give wrong indications.
Insulating material for tubes and rods for <i>voltage detector</i> as a complete device	The good dielectric performance of the insulating material for tubes and rods used for complete devices guarantees the protection of the user during each use of the device.
Leakage current along the <i>insulating element</i> of a <i>voltage detector</i> as a complete device	The <i>insulating element</i> of a <i>voltage detector</i> as a complete device constitutes the protection of the user during each use of the device. On a brand new device a value of leakage current above the limit is a hazard for the initial user.
<i>Protection against bridging</i> for indoor type/outdoor type <i>voltage detector</i>	It would be hazardous for the user to have the <i>voltage detector</i> initiate a fault between two parts at different potential. Of course the user would not be in the direct circuit of the arc, but may be close enough to be affected by the arc by-products.

Requirement	Justification for the associated defect specified in Annex D
<i>Protection against bridging for outdoor type voltage detector</i>	It would be hazardous for the user to have the <i>voltage detector</i> initiate a fault between two parts at different potential. Of course the user would not be in the direct circuit of the arc, but may be close enough to be affected by the arc by-products.
General design and category of the <i>voltage detector</i>	If one of the necessary elements of the design of the <i>voltage detector</i> according to its category is missing, the <i>voltage detector</i> is not complete and can lead to a hazardous situation.
Minimum length of the <i>insulating element</i> (<i>voltage detector</i> as a complete device)	A shorter length of the <i>insulating element</i> can result in an unacceptable value of leakage current and/or can lead to a hazardous situation.
Correctness of the marking of the <i>voltage detector</i>	An incorrect marking, for example a wrong <i>nominal voltage</i> or a wrong climatic class, could result in a hazardous situation.
Instructions for use (availability)	A <i>voltage detector</i> without its instructions for use is an incomplete product and could lead to a hazardous situation.
Initial position of the <i>selector</i>	If the <i>voltage detector</i> will initially work at any position of the <i>selector</i> , this may lead to an incorrect indication and cause a hazardous situation.
<i>Indicator</i> casing	If the material and dimensioning of the <i>indicator</i> casing are not adequately rated with respect to voltage and power, it can lead to a hazardous situation.
<i>stand-by state</i>	If the <i>stand-by state</i> does not function, it can lead to an incorrect indication. This can lead to a hazardous situation.
Major defects	
<i>Clear perceptibility</i> of indication for <i>voltage detectors</i> with only one type of signal (visual or audible) - indication groups II and III	The <i>voltage detector</i> has either to be switched on manually or has to be checked on a live part before and after checking the part to be tested. The user will notice if the <i>voltage detector</i> is not working properly and should not use it.
Functioning of the <i>testing element</i>	If the <i>testing element</i> does not function, the user will become aware of that during the test. This results in a non availability of the <i>voltage detector</i> .
Time rating (functional safety)	If a <i>voltage detector</i> does not respect the time rating, it means that an internal fault has occurred. The device does not work properly any more. That reduces significantly the functionality of the <i>voltage detector</i> .
Spark resistance (functional safety)	If a <i>voltage detector</i> does not respect this requirement, some elements could be destroyed. The device does not work any more. That reduces significantly the functionality of the <i>voltage detector</i> .
Vibration resistance	If a brand new device does not have a good mechanical performance to drop, shock and vibration, it can lead to internal defect which reduces significantly the functionality of the <i>voltage detector</i> .
Drop resistance	
Shock resistance	
Durability of marking	If the marking is not available or is impaired, the user will not use the <i>voltage detector</i> .
<i>Ready to operate state</i>	If the <i>ready to operate state</i> does not function, the user should not use the <i>voltage detector</i> .
Minor defects	
<i>Clear perceptibility</i> of indication for <i>voltage detectors</i> with two types of signals (visual and audible)	We can consider that there is always one of the two <i>active signals</i> operational and the user can conclude whether the network is energized or not. It does not affect significantly the functionality of the <i>voltage detector</i> .
Non-response to DC	If the <i>voltage detector</i> indicates DC voltage it will only give a short indication. This will not lead to a hazardous situation.
Electromagnetic compatibility (EMC): - emission	If the <i>voltage detector</i> does not fulfil the emission requirements, it will (perhaps) affect other devices in the vicinity but it will not affect the <i>voltage detector</i> .
Grip force and deflection	Even if the grip force and the deflection do not fulfil the requirements, it does not reduce significantly the functionality of the <i>voltage detector</i> .
Documents for the user	A <i>voltage detector</i> without the documents for the user is an incomplete product but it does not affect the functionality of the device.

Requirement	Justification for the associated defect specified in Annex D
Voltage indication at an incorrect low position of the <i>selector</i>	The <i>voltage detector</i> is designed to withstand the highest voltage of the voltage range. The <i>selector</i> only changes the sensitivity of the electronic signal processing device in the <i>indicator</i> casing. No hazardous situation for the user can occur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-1:2021

Annex F (informative)

Information and guidelines on the use of the limit mark and of a contact electrode extension

F.1 General

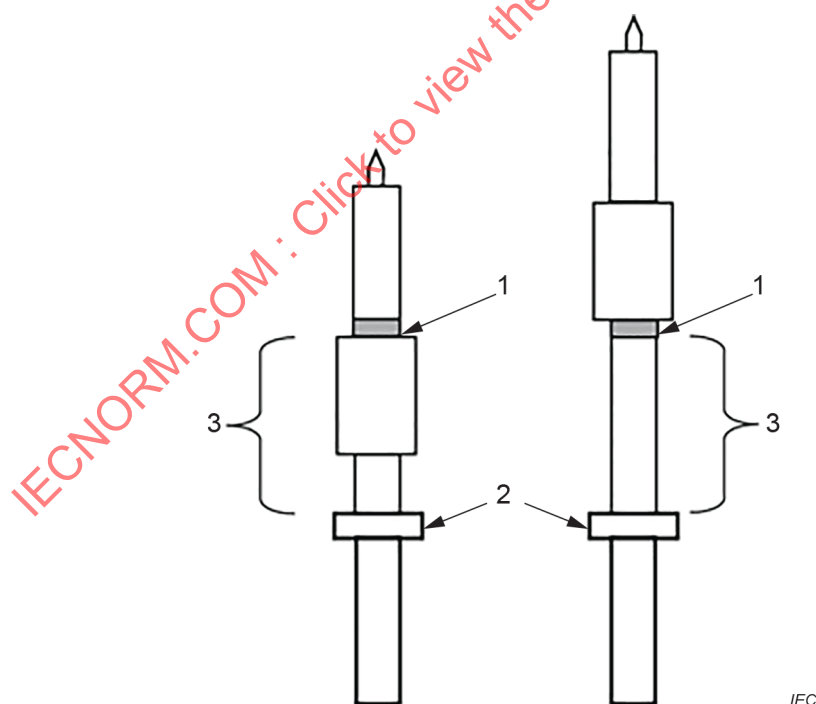
Annex F provides additional information on the purpose and use of the *limit mark*, which is a mandatory part of a *voltage detector* as a complete device and of the *contact electrode extension* to achieve the correct position of the *indicator* relative to the installation being tested.

F.2 Situation when using a voltage detector as a complete device

As defined in Clause 3, the *limit mark* is a distinctive location or mark to indicate to the user the physical limit to which the *voltage detector* may be inserted between live parts or may touch them.

The user handling a *voltage detector* as a complete device is provided with an adequate insulation by the *insulating element* which is defined by the distance between the *limit mark* and the *hand guard* (see Figure F.1).

This document specifies a minimum length of the *insulating element* of a *voltage detector* as a complete device (see Table 3). A user may specify a longer length.



Key

- 1 *limit mark*
- 2 *hand guard*
- 3 *insulating element*

Figure F.1 – Insulation element of a *voltage detector* as a complete device

When handling a *voltage detector* near live parts of an electrical installation, the user should always make sure that the device will approach the live parts in a way to not shorten in any unsafe manner the insulation distance between the *limit mark* and the *hand guard*.

The *limit mark* is a physical way to indicate to the user the limit of insertion of the device between live parts. Any live part contacting the *voltage detector* in any location between the *limit mark* and the *hand guard* will shorten the insulation distance.

When the user positions the *voltage detector* right under a live part, with no obstacles in between (see Figure F.2), the *limit mark* has no significant use.

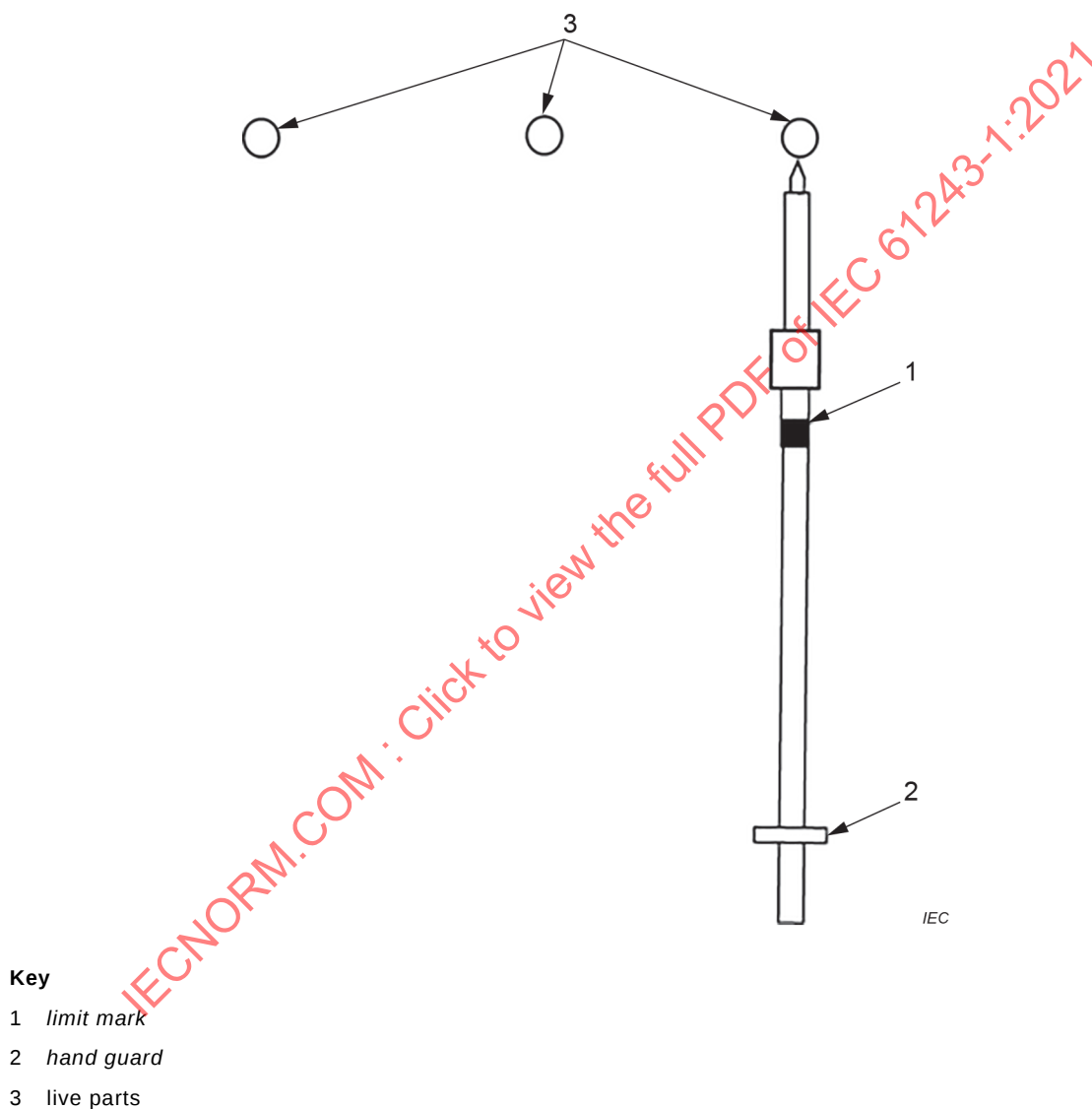
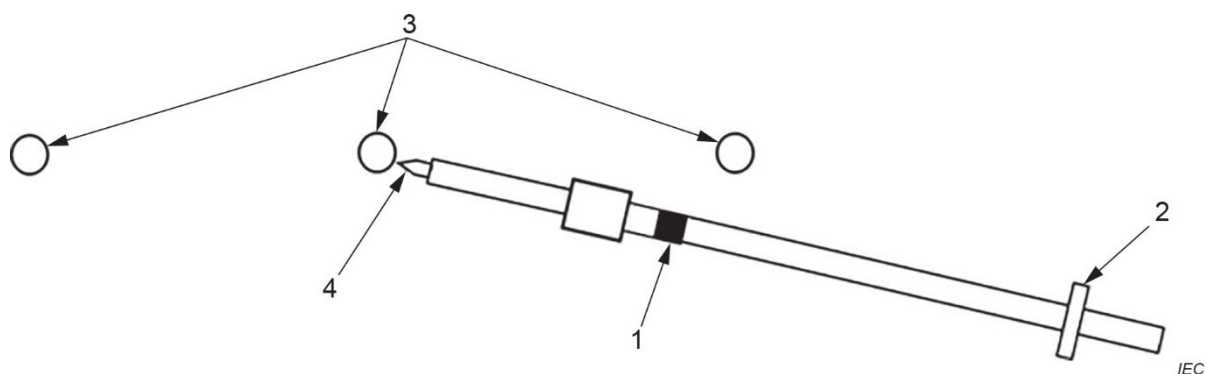


Figure F.2 – Example of positioning of a voltage detector in contact with a live part without obstacles from other live parts

However, in some installation configurations, the user may have to approach a live part by positioning the *voltage detector* close to another live part, under or over it. In such a situation, to have the *limit mark* going between the live parts would reduce the insulation distance (see Figure F.3), a situation which shall be avoided.



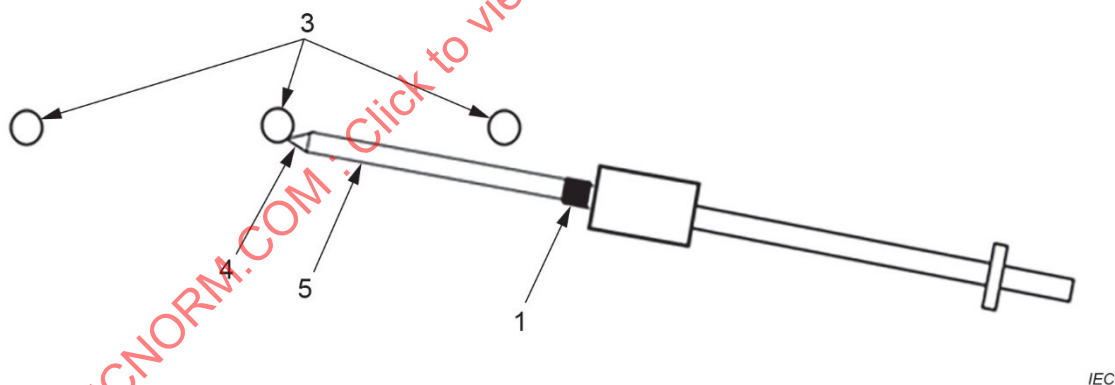
Key

- 1 *limit mark*
- 2 *hand guard*
- 3 *live parts*
- 4 *contact electrode or contact probe*

Figure F.3 – Example of incorrect positioning of a voltage detector with the limit mark between two live parts

To avoid such situation, the distance between the *contact electrode* and the *limit mark* of the *voltage detector* shall be extended in such a way that it exceeds the usual distances between live parts for a given *operating voltage*.

A usual way for achieving that is the use of a *contact electrode extension* (see Figure F.4).



Key

- 1 *limit mark*
- 3 *live parts*
- 4 *contact electrode or contact probe*
- 5 *contact electrode extension*

Figure F.4 – Usual way of managing the use of the voltage detector for maintaining the insulation distance between the limit mark and the hand guard

F.3 Situation when using a voltage detector as a separate device

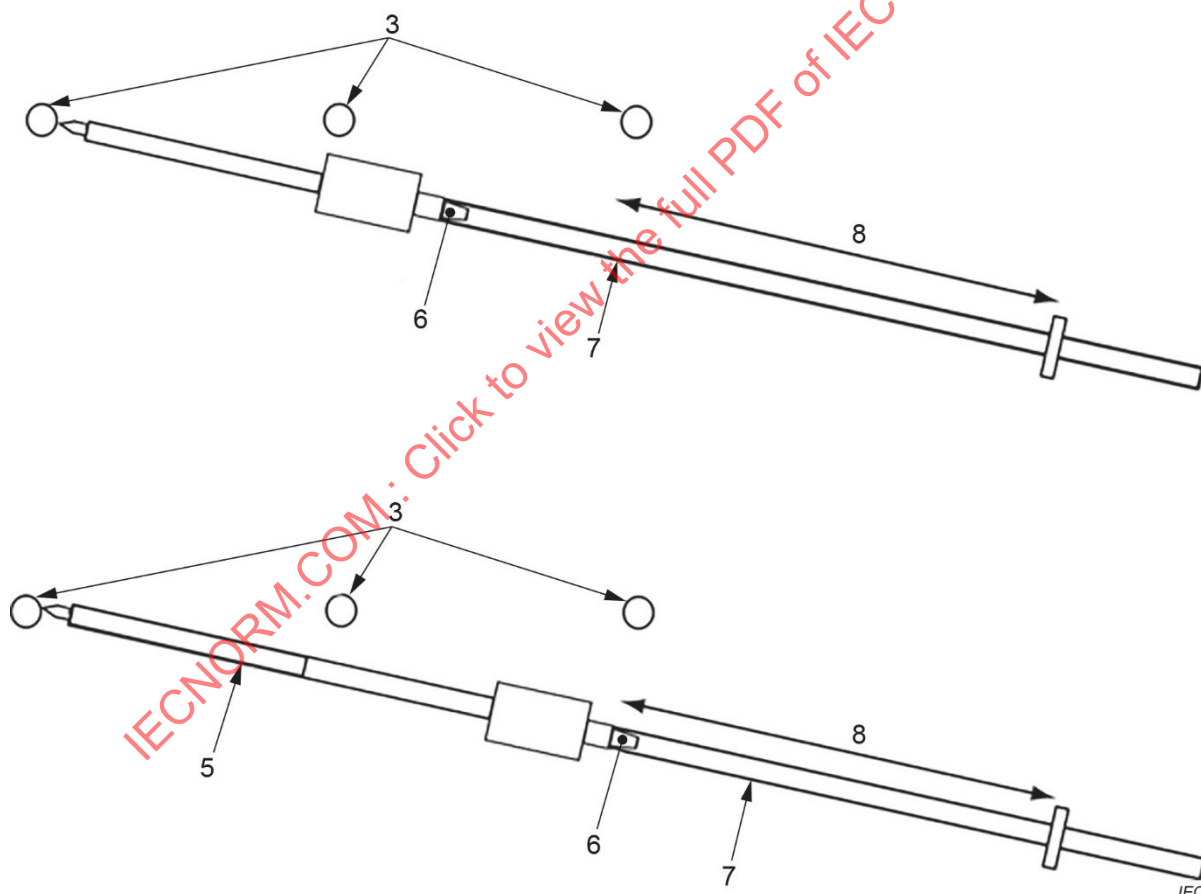
Each pole of a *voltage detector* as a separate device is equipped with an *adaptor* to permit its attachment to an *insulating stick*. The *insulating stick* is a separate tool, and its general performance, as well as its length, is the responsibility of the user.

In a certain way, the *adaptor* of a *voltage detector* as a separate device may be associated to the *limit mark* of a *voltage detector* as a complete device in the sense that the insulation of the user will be provided by the *insulating element* of the *insulating stick* that is identified as the distance between the *adaptor* and the *hand guard* of the *insulating stick*.

However, while the *insulating element* of a *voltage detector* as a complete device is of a determined length corresponding to the design of the manufacturer, the length of the *insulating stick* and the determination of the distance between the *adaptor* and the *hand guard* of the stick are the responsibility of the users and may be influenced by the working procedures.

The user has two possible ways to achieve the positioning of the *voltage detector* between live parts:

- the use of a *contact electrode extension*;
- the use of an *insulating stick* of a length longer than the minimum length of insulation towards the *hand guard* that will allow the *adaptor* of the *insulating stick* to be between live parts (see Figure F.5) taking into account the possible impact of *interference fields* for clear indication.



Key

- 3 live parts
- 5 *contact electrode extension*
- 6 *adaptor*
- 7 *insulating stick* of the appropriate length
- 8 minimum length of insulation (under the responsibility of the users and influenced by the working procedures)

Figure F.5 – Usual ways of managing the use of the voltage detector as a separate device for assuring the appropriate insulation for the user

Annex G (informative)

In-service care

G.1 General

Maintenance on live equipment in service is recognized as a basis for ensuring their good functioning and the safety of the user. *Maintenance tests* should be carried out periodically on *voltage detectors* to ascertain that their performance remains within specified limits and, if necessary, make certain adjustments to ensure this.

It is the responsibility of the user to elaborate the maintenance schedule, based on national regulations, on manufacturer's instructions and the conditions of use (storage, regular care, training of the user, etc.). However no *voltage detector*, even those held in storage, should be used unless re-tested within a maximum period of six years.

It is recommended that the periodic maintenance be done by a competent test facility.

At any time, a visual inspection of the *voltage detector* should be made before use. If there is a doubt that the device is not in good condition, it should be excluded from further use, then returned to the manufacturer for repair or rejection.

G.2 Testing

Table G.1 lists the tests that verify the physical integrity, the functioning of the *voltage detector* and its insulation performance. It also recommends a chronological order for performing the tests. The *insulating stick* to be used with *voltage detectors* as a separate device should be covered by an IEC, regional, national or local/company standard.

Table G.1 – In-service testing

Chronological order	Designation
1	Visual and dimensional inspection
2	Check of <i>testing element</i> ^a
3	Leakage current under dry conditions ^b
4	<i>Protection against bridging for indoor type/outdoor type voltage detector</i> ^c
5	Spark resistance ^d
6	Measurement of <i>threshold voltage</i> ^e
7	Influence of in-phase <i>interference field</i>
8	<i>Clear perceptibility</i> of visual indication ^f
8	<i>Clear perceptibility</i> of audible indication ^f
^a The check of the electrical circuits, to verify that all circuits are tested, is not necessary. ^b When the test is performed as a periodic testing, the admissible leakage current may be higher than that specified in 7.1.2 but it should not exceed 200 µA. ^c Under dry conditions only. The test duration for the surface stress test (6.3.2.1.2.2 and 6.3.2.1.3.2) shall be 30 s. ^d For practical purposes, this test may be combined with the test for <i>protection against bridging</i> (number 4 of the chronological list). The test duration for spark resistance is at least 5 s. ^e A comparison may be made with a reference <i>voltage detector</i> of the same design and using an alternative high voltage test set-up. Since the parameters of the test set-up and the test room arrangement can influence significantly the measured value of the <i>threshold voltage</i>, it is recommended to measure and record the initial value of the <i>threshold voltage</i> as obtained with this test set-up and this testing room, and to use the same configuration at periodic intervals. ^f A comparison may be made with a reference <i>voltage detector</i> of the same design. Tests for <i>clear perceptibility</i> may also be combined with other previous tests of the list.	

According to the design of the *voltage detector* and its fabrication process, the manufacturer may specify additional tests related to particular components or characteristics. These specific tests should be noted in the instructions for use.

Annex H (informative)

Information for the next maintenance

H.1 Overhead line test

H.1.1 Rationale

This test will be an item of the next maintenance of this document. Only the test for *voltage detectors* of category "L" is implemented to reduce the risk of wrong indication on overhead lines. A risk may exist for *voltage detectors* of category "S", too. Manufacturers and users should use the opportunity to do some investigations and to make improvements to the test.

H.1.2 Proposal for an improved test (will be discussed within the next maintenance)

Under consideration

H.2 Threshold deviation ratio category (deviation category) for voltage detectors of category L

H.2.1 Rationale

This requirement will be an item of the next maintenance of this document. This is the result of the new overhead line configuration test and the experience over the next years with it, to give manufacturers and users the opportunity to make improvements.

H.2.2 Proposal for a new requirement (will be discussed within the next maintenance)

The *threshold voltage* should have as little deviation as possible for different configurations of installations to ensure that the *voltage detector* shall always give a *clear indication*. According to requirements 4.2.1.3.1 and 4.2.1.3.3 the deviation category is the absolute value of

$$|1 - (U_t(6.2.1.2.1) / U(6.2.1.6))|$$

and given as percentage value.

The deviation categories are the following.

- Deviation category A: ≤ 15 %.
- Deviation category B: > 15 % to ≤ 25 %.
- Deviation category C: > 25 %.

H.3 Phase opposition test for voltage detectors of category L

H.3.1 Rationale

This requirement will be an item of the next maintenance of this document. This is the result of field experience and should give manufacturers and users the opportunity to make improvements.

H.3.2 Proposal for an improved test (will be discussed within the next maintenance)

Under consideration

H.4 Non-contact behaviour of voltage detectors of category L

H.4.1 Rationale

This requirement will be an item of the next maintenance of this document. This is the result of field experience and should give manufacturers and users the opportunity to make improvements.

H.4.2 Proposal for a new test (will be discussed within the next maintenance)

The test is under consideration.

Some distances from the former French standard C 18-311 (1986), from a study of the University of Stuttgart and from proposals during the maintenance are given in Table H.1.

Table H.1 shows the maximum distances of early detection beyond which the device cannot be considered as a contact *voltage detector*.

Table H.1 – Maximum distances for early detection

U_r kV	D_s mm
$1 < U_r \leq 36$	41,0
$36 < U_r \leq 72,5$	72,5
$72,5 < U_r \leq 123$	123,0
$123 < U_r \leq 170$	170,0
$170 < U_r \leq 245$	245,0
$245 < U_r \leq 420$	420,0
$420 < U_r \leq 550$	550,0
$550 < U_r \leq 800$	800,0
NOTE D_s corresponds to 1 kV/mm; see: Denissov et al., Dielectric strength of different gases in GIS, University Stuttgart, 2005; a tolerance of 5 mm was added.	

The test voltage should be performed with the highest voltage (U_r) of the range of Table H.1. The distances refer to " $1 \text{ mm/kV} \times U_r + 5 \text{ mm}$ ". For *voltage detectors* below 36 kV the distance should be set at the distance for *voltage detectors* of 36 kV.

Bibliography

IEC 60050-101:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 101: Mathematics*

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60050-651:2014, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 651: Live working*

IEC 60743:2013, *Live working – Terminology for tools, devices and equipment*

IEC 60855-1, *Live working – Insulating foam-filled tubes and solid rods – Part 1: Tubes and rods of a circular cross-section*

IEC 61235, *Live working – Insulating hollow tubes for electrical purposes*

IEC 61481 (all parts), *Live working – Phase comparators*

IEC 61936-1:2010, *Power installations exceeding 1 kV a.c. – Part 1: Common rules*

IEC 61936-1:2010/AMD1:2014

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-1:2021

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-1:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	84
INTRODUCTION.....	86
1 Domaine d'application	87
2 Références normatives	87
3 Termes et définitions	88
4 Exigences.....	93
4.1 Exigences générales.....	93
4.2 Exigences fonctionnelles.....	93
4.2.1 Indication indiscutable	93
4.2.2 Perceptibilité indiscutable	95
4.2.3 Influence de la température et de l'humidité sur l'indication	96
4.2.4 Influence de la fréquence	96
4.2.5 Temps de réponse	96
4.2.6 Fiabilité de la source de l'alimentation	96
4.2.7 Élément de contrôle.....	96
4.2.8 Non-réponse à une tension continue.....	97
4.2.9 Temps de fonctionnement.....	97
4.2.10 Compatibilité électromagnétique (CEM).....	97
4.3 Exigences électriques	97
4.3.1 Matériaux isolants	97
4.3.2 Protection contre le contournement	97
4.3.3 Résistance à l'amorçage.....	97
4.4 Exigences mécaniques	97
4.4.1 Généralités.....	97
4.4.2 Conception	98
4.4.3 Dimensions, construction.....	98
4.4.4 Force de préhension et flèche.....	100
4.4.5 Résistance aux vibrations.....	100
4.4.6 Résistance aux chutes.....	100
4.4.7 Résistance aux chocs	101
4.5 Marquages.....	101
4.6 Documents destinés à l'utilisateur.....	101
4.7 Instructions d'utilisation	101
4.8 Exigences en cas de mauvaise utilisation raisonnablement prévisible du sélecteur.....	101
4.8.1 Position initiale du sélecteur	101
4.8.2 Indication de tension dans une position incorrectement basse du sélecteur (le cas échéant).....	102
5 Exigences particulières.....	102
5.1 Pour l'élément isolant d'un détecteur de tension en dispositif complet	102
5.1.1 Rigidité diélectrique	102
5.1.2 Courant de fuite.....	102
5.2 Isolation du boîtier indicateur d'un détecteur de tension en dispositif séparé.....	102
5.3 Etat de veille	102
5.4 Etat prêt à fonctionner	102
6 Essais	102

6.1	Généralités	102
6.1.1	Dispositions d'essai	102
6.1.2	Conditions atmosphériques.....	103
6.1.3	Essais sous pluie.....	103
6.1.4	Essai de type.....	103
6.1.5	Méthodes d'essai.....	104
6.2	Essais de fonctionnement	105
6.2.1	Indication indiscutable	105
6.2.2	Compatibilité électromagnétique (CEM)	116
6.2.3	Perceptibilité indiscutable de l'indication visuelle	117
6.2.4	Perceptibilité indiscutable de l'indication sonore	119
6.2.5	Influence de la fréquence	122
6.2.6	Temps de réponse	122
6.2.7	Fiabilité de la source de l'alimentation	122
6.2.8	Vérification de l'élément de contrôle	123
6.2.9	Non-réponse à une tension continue.....	123
6.2.10	Temps de fonctionnement.....	124
6.3	Essais diélectriques	124
6.3.1	Matériau isolant pour les tubes et les tiges des détecteurs de tension en dispositif complet.....	124
6.3.2	Protection contre le contournement pour détecteurs de tension de types intérieur et extérieur	125
6.3.3	Protection contre le contournement pour détecteur de tension de type extérieur	130
6.3.4	Résistance à l'amorçage.....	132
6.4	Essais mécaniques	132
6.4.1	Examen visuel et dimensionnel.....	132
6.4.2	Force de préhension et flèche (uniquement applicable pour les détecteurs de tension en dispositif complet)	133
6.4.3	Résistance aux vibrations.....	133
6.4.4	Résistance aux chutes.....	134
6.4.5	Résistance aux chocs	134
6.4.6	Influence climatique.....	135
6.4.7	Durabilité des marquages	136
7	Essais spécifiques.....	136
7.1	Courant de fuite pour détecteur de tension en dispositif complet.....	136
7.1.1	Généralités.....	136
7.1.2	Courant de fuite en conditions sèches	136
7.1.3	Courant de fuite sous pluie (pour les détecteurs de tension de types extérieur et exclusivement extérieur)	137
7.1.4	Essai alternatif des détecteurs de tension dont la phase de production est terminée	138
7.2	Essai de l'état de veille	138
7.3	Essai à l'état prêt à fonctionner.....	139
8	Essai d'une mauvaise utilisation raisonnablement prévisible du sélecteur.....	139
8.1	Position initiale du sélecteur	139
8.2	Indication de tension à une position basse incorrecte du sélecteur (le cas échéant)	139
9	Evaluation de conformité des détecteurs de tension dont la phase de production est terminée	139

10 Modifications	139
Annexe A (normative) Approprié aux travaux sous tension; double triangle (IEC-60417-5216:2002-10)	140
Annexe B (normative) Instructions d'utilisation.....	141
Annexe C (normative) Chronologie des essais de type	143
Annexe D (informative) Classification des défauts et essais associés	145
Annexe E (informative) Justifications relatives à la classification des défauts	148
Annexe F (informative) Informations et lignes directrices relatives à l'utilisation de la marque limite et d'une allonge d'électrode de contact	151
F.1 Généralités	151
F.2 Situation lors de l'utilisation d'un détecteur de tension en dispositif complet	151
F.3 Situation lors de l'utilisation d'un détecteur de tension en dispositif séparé	154
Annexe G (informative) Précautions d'utilisation	156
G.1 Généralités	156
G.2 Essais.....	156
Annexe H (informative) Informations en vue de la maintenance suivante	158
H.1 Essai de ligne aérienne.....	158
H.1.1 Justification	158
H.1.2 Proposition d'essai amélioré (discuté lors de la maintenance suivante)	158
H.2 Catégorie de facteur de déviation du seuil (catégorie d'écart) des détecteurs de tension de catégorie L.....	158
H.2.1 Justification	158
H.2.2 Proposition d'une nouvelle exigence (discutée lors de la maintenance suivante)	158
H.3 Essai d'opposition de phase des détecteurs de tension de catégorie L	158
H.3.1 Justification	158
H.3.2 Proposition d'essai amélioré (discuté lors de la maintenance suivante)	159
H.4 Comportement sans contact des détecteurs de tension de catégorie L.....	159
H.4.1 Justification	159
H.4.2 Proposition d'un essai (discuté lors de la maintenance suivante)	159
Bibliographie.....	160
Figure 1 – Exemples de conceptions de détecteurs de tension de type capacitif	99
Figure 2 – Exemples de moyens adaptés pour assurer un contact approprié entre une électrode de contact et l'électrode boule	106
Figure 3 – Montage d'essai boule-anneau (voir 6.2.1 et 6.2.5)	108
Figure 4 – Montage d'essai avec barres (voir 6.2.1).....	110
Figure 5 – Raccordements pour les essais d'indication indiscutable (voir 6.2.1).....	112
Figure 6 – Montage d'essai pour le mesurage de la perceptibilité indiscutable de l'indication visuelle (voir 6.2.3.1).....	119
Figure 7 – Montage d'essai pour le mesurage de la perceptibilité indiscutable de l'indication sonore (voir 6.2.4.1).....	121
Figure 8 – Montage d'essai pour la protection contre le contournement et la résistance à l'amorçage (voir 6.3.2 et 6.3.4)	128
Figure 9 – Essai de protection contre le contournement pour détecteur de tension de type extérieur.....	131
Figure 10 – Montage pour essai de force de préhension	133
Figure 11 – Essai de résistance aux chutes – Position diagonale.....	134

Figure 12 – Courbe de cycle d'essai pour l'influence climatique	135
Figure 13 – Disposition pour essais de courant de fuite en conditions sèches pour détecteur de tension en dispositif complet	137
Figure 14 – Disposition pour essais de courant de fuite sous pluie pour détecteur de tension de type extérieur en dispositif complet	138
Figure F.1 – Élément isolant d'un détecteur de tension en dispositif complet	151
Figure F.2 – Exemple de positionnement d'un détecteur de tension en contact avec une partie sous tension sans obstacle provenant d'autres parties sous tension	152
Figure F.3 – Exemple de positionnement incorrect d'un détecteur de tension avec la marque limite entre deux parties sous tension	153
Figure F.4 – Manière usuelle de gérer l'utilisation du détecteur de tension pour maintenir la distance d'isolement entre la marque limite et le garde-main	153
Figure F.5 – Moyens usuels de gérer l'utilisation du détecteur de tension en dispositif séparé pour assurer l'isolement approprié de l'utilisateur	155
Tableau 1 – Groupe d'indication	95
Tableau 2 – Catégories climatiques	96
Tableau 3 – Longueur minimale de l'élément isolant (L_i) d'un détecteur de tension en dispositif complet	99
Tableau 4 – Choix du montage d'essai pour l'influence d'un champ perturbateur en phase	113
Tableau 5 – Distance G (voir Figure 5d)	113
Tableau 6 – Choix du montage d'essai pour l'influence d'un champ perturbateur en opposition de phase	114
Tableau 7 – Choix du montage d'essai pour l'influence d'une tension perturbatrice	115
Tableau 8 – Paramètres CEM	116
Tableau 9 – Critères d'aptitude à la fonction pour tous les essais CEM	117
Tableau 10 – Paramètres d'essai pour la limite d'émission	117
Tableau 11 – Choix du montage et du type d'essai	125
Tableau 12 – Distance d_1 pour le montage d'essai de contournement	128
Tableau 13 – Dimensions des anneaux concentriques et des électrodes-rubans	130
Tableau 14 – Choix du montage d'essai de résistance à l'amorçage	132
Tableau C.1 – Ordre séquentiel d'exécution des essais de type	143
Tableau C.2 – Essais de type hors séquence	144
Tableau D.1 – Classification des défauts et exigences et essais associés	145
Tableau E.1 – Justifications relatives à la classification des défauts	148
Tableau G.1 – Essais en service	157
Tableau H.1 – Distances maximales de détection précoce	159

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVAUX SOUS TENSION – DÉTECTEURS DE TENSION –

**Partie 1: Type capacitif pour usage sur
des tensions alternatives de plus de 1 kV**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61243-1 a été établie par le comité d'études 78 de l'IEC: Travaux sous tension.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2003 et son Amendement 1:2009. Cette édition constitue une révision technique.

La présente édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente.

- a) le domaine d'application a été précisé, seul un contact nu avec la partie à soumettre à essai étant fiable pour ces *détecteurs de tension* avec contact. La justification est que les essais réalisés sur des conducteurs peints ou revêtus ont donné des indications erronées, car cette peinture ou ce revêtement non conducteur agit comme un condensateur avec une capacité différente en fonction de l'épaisseur. Cette capacité a un effet sur la *tension de seuil*.

- b) Une *sonde de contact* est définie comme un nouveau type d'*électrode de contact* non conductrice.
- c) Un nouveau "*type exclusivement extérieur*" a été défini et mis en œuvre dans les exigences et la procédure d'essai.
- d) Un *sélecteur* de tension et de fréquence est admis si sa mauvaise utilisation prévisible est exclue.
- e) Le marquage des *détecteurs de tension* pour faible *tension perturbatrice* a été précisé.
- f) Les groupes d'indication ont été précisés et les exigences et essais pour "*l'état prêt à fonctionner*" et "*l'état de veille*" ajoutés.
- g) Les exigences et essais de compatibilité électromagnétique ont été introduits.
- h) Un exemple de connexion électrique correcte pour les essais est présenté.
- i) Un nouveau montage d'essai à la barre a été ajouté pour les *détecteurs de tension* de catégorie L pour la configuration des lignes aériennes.
- j) Un essai diélectrique pour les tubes et les tiges a été mis en œuvre pour ceux non couverts par l'IEC 60855-1 ou l'IEC 61235.
- k) L'ancienne Annexe E (essais de chocs mécaniques – Méthode du pendule) a été supprimée (voir la méthode du pendule de l'IEC 60068-2-75) et remplacée par des informations et des lignes directrices relatives à l'utilisation de la *marque limite* et de l'*allonge d'électrode de contact*.
- l) L'Annexe E et l'Annexe F ont été permutées pour aider le lecteur à combiner la classification des défauts (Annexe D) et les justifications relatives à cette classification (nouvelle Annexe E).
- m) Une nouvelle Annexe H, informative, a été créée pour donner des informations relatives aux futurs développements des *détecteurs de tension* fondées sur les expériences du terrain.
- n) Des modifications éditoriales ont été apportées pour l'harmonisation avec d'autres normes nouvellement publiées.

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

CDV	Rapport de vote
78/1253/CDV	78/1294/RVC

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.

Les termes définis à l'Article 3 sont donnés en *italique* dans le présent document.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61243, publiées sous le titre général *Travaux sous tension – Détecteurs de 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. A cette date, le document sera

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

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Le présent document a été établi en conformité avec les exigences de l'IEC 61477, lorsque celles-ci sont applicables.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-1:2021

TRAVAUX SOUS TENSION – DÉTECTEURS DE TENSION –

Partie 1: Type capacitif pour usage sur des tensions alternatives de plus de 1 kV

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61243 est applicable aux *détecteurs de tension* portatifs, avec ou sans alimentation incorporée, pour utilisation sur des réseaux électriques de tensions alternatives de 1 kV à 800 kV et de fréquences de 50 Hz et/ou 60 Hz.

Le présent document s'applique uniquement aux *détecteurs de tension* de type capacitif utilisés en contact avec la partie nue à soumettre à essai, en dispositif complet, *élément isolant* compris, ou en dispositif séparé adaptable sur une *perche isolante* qui, étant un outil séparé, n'est pas couverte par le présent document (voir 4.4.2.1 pour la conception générale).

Les autres types de *détecteurs de tension* ne sont pas couverts par le présent document.

NOTE Les *détecteurs de tension* à autocalibration (anciennement "*détecteurs de tension*" à calibres multiples) ne sont pas couverts par le présent document.

Certaines restrictions ou interdictions formelles quant à leur utilisation sont applicables dans le cas des appareillages de la série IEC 62271, en raison de la coordination de l'isolement, sur les réseaux de lignes aériennes des voies ferroviaires électrifiées (voir Annexe B) et les réseaux sans référence de neutre. Pour les réseaux sans référence de neutre, le niveau d'isolation est adapté à la tension à la terre maximale possible (masse).

Les produits conçus et fabriqués conformément au présent document participent à la sécurité des utilisateurs, à condition d'être utilisés par des personnes formées pour l'intervention à réaliser, selon la méthode de travail avec perches isolantes et les instructions d'utilisation.

Sauf spécification contraire, toutes les tensions définies dans le présent document se réfèrent aux valeurs de tensions entre phases des réseaux triphasés. Sur les autres réseaux, la tension applicable entre phases ou entre phase et terre est utilisée pour déterminer la *tension d'utilisation*.

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 60060-1:2010, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

IEC 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-31, *Essais d'environnement – Partie 2-31: Essais – Essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels*

IEC 60068-2-75, *Essais d'environnement – Partie 2-75: Essais – Essai Eh: Essais au marteau*

IEC 60071-1:2019, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible à l'adresse suivante: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60942, *Électroacoustique – Calibreurs acoustiques*

IEC 61000-6-2:2016, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Norme d'immunité pour les environnements industriels*

IEC 61260 (toutes les parties), *Électroacoustique – Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave*

IEC 61318, *Travaux sous tension – Évaluation de la conformité applicable à l'outillage, au matériel et aux dispositifs*

IEC 61326-1, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61477, *Travaux sous tension – Exigences minimales pour l'utilisation des outils, dispositifs et équipements*

IEC 61672-1, *Électroacoustique – Sonomètres – Partie 1: Spécifications*

IEC 62271 (toutes les parties), *Appareillage à haute tension*

ISO 286-1, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Système de codification ISO pour les tolérances sur les tailles linéaires – Partie 1: Bases des tolérances, écarts et ajustements*

ISO 286-2, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Système de codification ISO pour les tolérances sur les tailles linéaires – Partie 2: Tableaux des classes de tolérance normalisées et des écarts limites des alésages et des arbres*

ISO 3744:2010, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthodes d'expertise pour des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*

CISPR 11, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

CIE 015.2, *Colorimetry*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 61318 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:

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

3.1

accessoire

élément utilisé pour allonger la poignée ou l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact*, pour améliorer l'efficacité de l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* ou permettre à l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* d'atteindre la partie de l'installation à soumettre à essai

3.2

signal actif

phénomène visuel ou sonore dont la présence, l'absence ou la variation est considérée comme représentant de l'information sur l'état "présence de tension" ou "absence de tension"

Note 1 à l'article: Un signal indiquant que le *détecteur de tension* est prêt à fonctionner n'est pas considéré comme un *signal actif*.

[SOURCE: IEC 60050-101:1998, 101-12-02, modifiée – Le terme "signal" a été remplacé par "*signal actif*". Dans la définition, "physique" a été remplacé par "visuel ou sonore" et "sur l'état "présence de tension" ou "absence de tension"" a été ajouté.]

3.3

adaptateur

partie d'un *détecteur de tension* en dispositif séparé permettant de fixer une *perche isolante*

3.4

indication indiscutable

détection et indication non ambiguë de l'état de tension sur l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact*

3.5

perceptibilité indiscutable

cas où l'indication est discernable sans erreur par l'utilisateur sous des conditions spécifiques d'environnement quand le *détecteur de tension* est dans sa position de fonctionnement

3.6

électrode de contact

partie conductrice nue de l'élément conducteur qui établit la liaison électrique physique avec le composant à soumettre à essai

Note 1 à l'article: Le rôle de l'*électrode de contact* est d'indiquer à l'utilisateur qu'il est bien en contact avec la partie à soumettre à essai.

3.7

allonge d'électrode de contact

élément conducteur extérieurement isolé entre l'*indicateur* et l'*électrode de contact*, permettant de parvenir à la mise en place correcte de l'*indicateur* en fonction de l'installation à soumettre à essai

3.8

sonde de contact

partie qui établit le contact physique avec la partie nue à soumettre à essai

Note 1 à l'article: Le contact de la *sonde de contact* avec la partie à soumettre à essai est conducteur, la partie restante de la *sonde de contact* étant non conductrice.

Note 2 à l'article: La *sonde de contact* avec une partie non conductrice établit le positionnement mécanique du détecteur afin d'assurer le contact entre le composant à soumettre à essai et l'*électrode de contact*.

3.9

conception

constructions différentes des *détecteurs de tension*, soit en dispositif complet avec ou sans *allonge d'électrode de contact*, soit en dispositif séparé conçu pour être équipé d'une *perche isolante*, avec ou sans *allonge d'électrode de contact*

3.10

type exclusivement extérieur

<*détecteur de tension*> exclusivement conçu pour une utilisation en extérieur dans des conditions humides et sèches

Note 1 à l'article: Il s'agit d'un type particulier de *détecteur de tension* conçu pour des installations extérieures lorsque des *électrodes de contact* volumineuses sont exigées.

3.11

famille de détecteurs de tension

pour les besoins des essais, groupe de *détecteurs de tension*, délimité par des *tensions assignées* minimale et maximale, de conception identique (y compris les dimensions) et qui diffèrent uniquement par leurs *tensions nominales* ou plages de *tensions nominales*

3.12

garde-main

garde physique distinctive séparant la poignée de l'*élément isolant*

Note 1 à l'article: Son but est d'empêcher la main de glisser et d'entrer en contact avec l'*élément isolant*.

3.13

indicateur

partie d'un *détecteur de tension* qui indique la présence ou l'absence de la *tension de service* à l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact*

3.14

type intérieur

<*détecteur de tension*> conçu pour être utilisé dans des conditions sèches, normalement à l'intérieur

3.15

élément isolant

partie d'un *détecteur de tension* en dispositif complet qui fournit à l'utilisateur une distance de sécurité et une isolation adéquates

3.16

perche isolante

outil isolant essentiellement composé d'un tube isolant et/ou d'une tige isolante avec des embouts de perche

[SOURCE: IEC 60050-651:2014, 651-22-01]

3.17

champ perturbateur

champ électrique superposé pouvant affecter l'indication

Note 1 à l'article: Il peut provenir de la partie à soumettre à essai ou d'autres parties voisines et être en n'importe quelle relation de phase.

Note 2 à l'article: Les cas extrêmes pour les essais sont les suivants.

- Un *champ perturbateur* en phase existe quand une petite variation de potentiel dans la direction de l'axe du *détecteur de tension* entraîne une indication incorrecte. Cette situation résulte des dimensions et/ou de la configuration de la partie de l'installation à soumettre à essai (ou des parties adjacentes de l'installation ayant des tensions en phase).

- Un *champ perturbateur* en opposition de phase existe quand une forte variation de potentiel dans la direction de l'axe du *détecteur de tension* entraîne une indication incorrecte. Cette situation résulte des parties adjacentes de l'installation ayant des tensions en opposition de phase.

3.18

tension perturbatrice

tension captée par induction ou effet capacitif par la partie à soumettre à essai

3.19

marque limite

emplacement distinctif ou marque indiquant à l'utilisateur la limite physique jusqu'où le *détecteur de tension* peut être inséré entre les parties sous tension ou peut les toucher

3.20

essai de maintenance

essai effectué périodiquement sur un *détecteur de tension* ou ses parties pour vérifier et s'assurer que ses caractéristiques de fonctionnement se maintiennent dans des limites spécifiées, après avoir procédé, le cas échéant, aux ajustements nécessaires

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-25, modifiée – Dans la définition, "une entité" a été remplacé par "un détecteur de tension ou ses parties", "pour vérifier" a été remplacé par "pour vérifier et s'assurer"]

3.21

tension nominale

U_n

valeur arrondie appropriée de la tension utilisée pour dénommer ou identifier un réseau ou un dispositif

Note 1 à l'article: La *tension nominale* du *détecteur de tension* est le paramètre associé à son *indication indiscutable*.

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-21, modifiée – "ou un dispositif" a été ajouté à la fin de la définition.]

3.22

tension de service

<dans un réseau> valeur de la tension en service normal à un instant et en un lieu donnés de ce réseau

Note 1 à l'article: Cette valeur est mesurée (en principe), estimée ou prévue.

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-22 modifiée – Le domaine <dans un réseau> a été ajouté.]

3.23

type extérieur

<*détecteur de tension*> conçu pour être utilisé dans des conditions humides, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur

3.24

protection contre le contournement

protection contre l'amorçage ou le claquage, quand l'isolation entre les parties de l'installation à soumettre à essai, à différents potentiels, est réduite par la présence du *détecteur de tension*

3.25

tension assignée

U_r

valeur de tension généralement convenue entre le fabricant et le client, à laquelle font référence certaines spécifications de fonctionnement

Note 1 à l'article: La *tension assignée* du *détecteur de tension* est la tension choisie dans les Tableaux 2 et 3, colonne 1, de l'IEC 60071-1:2019. Il convient que celle-ci soit égale soit à la *tension nominale* (ou la plus haute *tension nominale* de sa plage de *tensions nominales*), soit à la valeur de tension immédiatement supérieure indiquée dans ces tableaux.

3.26

état prêt à fonctionner

état dans lequel le *détecteur de tension* a été mis sous tension et soumis à essai sur la partie sous tension ou contrôleur externe, ou soumis à essai avec la fonction d'autotest intégrée et qui donne l'indication "prêt à fonctionner"

3.27

temps de réponse

intervalle de temps entre le changement rapide de l'état de la tension sur l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* et l'*indication indiscutable* correspondante

3.28

sélecteur

interrupteur ou moyen mécanique ou électronique de changer la *tension nominale* et/ou la fréquence nominale

3.29

état de veille

état permanent dans lequel le *détecteur de tension* indique automatiquement "présence de tension" lorsqu'il est mis en contact avec la tension de service

3.30

élément de contrôle

dispositif intégré ou séparé au moyen duquel le fonctionnement du *détecteur de tension* peut être vérifié par l'utilisateur

[SOURCE: IEC 60743:2013, 11.3.7, modifiée – Les termes "élément" et "dispositif de diagnostic" ont été supprimés.]

3.31

tension de seuil

U_t

tension minimale exigée entre la partie sous tension et la terre pour donner une *indication indiscutable* correspondant aux conditions spécifiques définies dans l'essai correspondant

Note 1 à l'article: Telle que définie dans le présent document, la *tension de seuil* est associée à des conditions d'essai particulières. Il est important que les utilisateurs soient conscients que leurs exigences en matière de *tension de seuil* pour les conditions d'opération nécessitent d'être rattachées aux conditions d'essai du présent document.

3.32

détecteur de tension

dispositif de diagnostic utilisé pour fournir une preuve indiscutable de la présence ou de l'absence d'une *tension de service*

Note 1 à l'article: Ces dispositifs de diagnostic sont généralement de type capacitif ou de type résistif.

Note 2 à l'article: Une preuve indiscutable consiste en une indication OUI ou NON sans besoin d'interprétation.

Note 3 à l'article: Compte tenu de leur configuration, dans certaines régions du monde, un type capacitif est dit "unipolaire" et un type résistif "bipolaire".

[SOURCE: IEC 60050-651:2014, 651-24-02, modifiée – Dans la Note 2 à l'article, la deuxième phrase a été supprimée. La Note 3 à l'article a été remplacée.]

3.33

détecteur de tension de type capacitif

dispositif dont le fonctionnement est basé sur le courant circulant à travers la capacité de fuite à la terre

Note 1 à l'article: Le terme *détecteur de tension* est utilisé dans le présent document pour *détecteur de tension de type capacitif*.

Note 2 à l'article: Pour la détection de tension, un *détecteur de tension* en dispositif séparé est destiné à être fixé à une *perche isolante* afin de procurer à l'utilisateur la longueur pour atteindre l'installation à soumettre à essai, ainsi qu'une distance de sécurité et une isolation adéquates.

4 Exigences

4.1 Exigences générales

Le *détecteur de tension* doit donner une *indication indiscutable* des états "présence de tension" et/ou "absence de tension", au moyen du changement de l'état du signal. L'indication doit être visuelle et/ou sonore.

4.2 Exigences fonctionnelles

4.2.1 Indication indiscutable

4.2.1.1 Généralités

Si les *détecteurs de tension* ont plusieurs *tensions nominales* ou une plage de *tensions nominales*, les valeurs limites sont nommées $U_{n \min}$ et $U_{n \max}$.

Le *détecteur de tension* doit donner une indication sans équivoque de la présence et/ou l'absence de *tensions de service* correspondant à la *tension nominale* ou à la plage de *tensions nominales* du *détecteur de tension*, et sa (ses) fréquence(s) nominale(s) uniquement ou pratiquement en contact avec la partie nue à soumettre à essai.

NOTE 1 Un *détecteur de tension* peut indiquer la présence d'une tension juste avant de toucher une partie nue à soumettre à essai. La distance à laquelle un *détecteur de tension* peut indiquer la présence de tension dépend, entre autres paramètres, de la *tension de service* et de la configuration de l'installation.

Une indication peut ne pas être fiable au voisinage de parties conductrices de grandes dimensions qui créent des zones d'équipotentialité.

Lorsque le *détecteur de tension* est utilisé conformément aux instructions d'utilisation, la présence d'une partie voisine sous tension ou mise à la terre ne doit pas affecter l'indication, quelle que soit la situation en phase ou en opposition de phase.

Lorsqu'il est utilisé conformément aux instructions d'utilisation, le *détecteur de tension* ne doit pas indiquer "présence de tension" pour des valeurs usuelles de *tensions perturbatrices*.

NOTE 2 L'Annexe H contient des informations pour la prochaine maintenance de ce document.

4.2.1.2 Indication continue

Le *détecteur de tension* doit donner une indication permanente tant qu'il est en contact direct avec une partie sous tension.

4.2.1.3 Tension de seuil

4.2.1.3.1 Généralités

L'indication "présence de tension" doit apparaître si la tension à la terre de la partie à soumettre à essai est supérieure à 45 % de la *tension nominale*.

NOTE 1 45 % de la *tension nominale* correspond à $0,78U_n / \sqrt{3}$.

L'indication "présence de tension" ne doit pas apparaître si la tension à la terre de la partie à soumettre à essai est inférieure ou égale à 10 % de la *tension nominale*.

NOTE 2 10 % de la *tension nominale* correspond à $0,17U_n / \sqrt{3}$ et représente la tension induite phase-terre maximale normalement rencontrée sur le terrain.

Pour satisfaire aux exigences ci-dessus, la *tension de seuil* U_t doit satisfaire à la relation suivante:

$$0,10 U_{n \max} < U_t \leq 0,45 U_{n \min}$$

Pour les *détecteurs de tension* avec une seule *tension nominale*, $U_{n \max}$ est égale à $U_{n \min}$.

NOTE 3 Il existe une limite théorique fixée à 4,5 concernant le rapport entre $U_{n \max}$ et $U_{n \min}$ pour obtenir une *indication indiscutable* du *détecteur de tension*. Cette valeur correspond à la division de 0,45 par 0,1.

NOTE 4 Dans certains cas, le niveau de tension induite sur un réseau particulier est supérieur à 10 % de la *tension nominale* ou de la *tension nominale* maximale de la plage. Dans ce cas, un marquage spécifique est le résultat d'un accord entre le fabricant et le client pour identifier les produits compatibles.

Dans certains cas, les variations de la *tension nominale* du réseau sont telles que $0,45 U_n$ ou $0,45 U_{n \min}$ n'est pas la plus petite valeur possible.

De plus, s'il est prévu d'utiliser le *détecteur de tension* au voisinage de larges parties conductrices qui créent des zones d'équipotentialité (voir 4.2.1), les clients peuvent convenir avec le fabricant d'une faible valeur de la *tension de seuil*.

Dans tous les cas, un accord est nécessaire entre le fabricant et le client pour définir la valeur appropriée de la *tension de seuil*, tout en maintenant le rapport de $U_{n \max}$ et de $U_{n \min}$ inférieur ou égal à 4,5. La définition de la *tension de seuil* est en outre limitée par les exigences et essais d'*indication indiscutable* qui raccourcit la plage des valeurs possibles.

4.2.1.3.2 Cas particulier des détecteurs de tension à utiliser sur des réseaux à faibles valeurs de tension perturbatrice

Dans certains cas, le client peut souhaiter profiter d'un réseau à faibles valeurs de *tension perturbatrice* en réduisant la limite inférieure de la *tension de seuil* sous les $0,10 U_{n \max}$.

Ce cas particulier permet d'utiliser le *détecteur de tension* au voisinage de grandes parties conductrices. En passant la *tension de seuil* à une valeur inférieure, la limite théorique de 4,5 du rapport entre $U_{n \max}$ et $U_{n \min}$ adaptée est toujours valable, et les essais correspondants (*indication indiscutable*) doivent être concluants, avec une tension inférieure adaptée de la *tension de seuil* pour l'essai de *tension perturbatrice*.

Dans ce cas, le *détecteur de tension* doit porter un marquage particulier, et les instructions d'utilisation doivent contenir une mise en garde pour informer les utilisateurs de la modification apportée à la *tension de seuil*.

4.2.1.3.3 Indication sur les lignes aériennes

Les *détecteurs de tension* de catégorie L (voir 4.4.2.2) doivent donner une *indication indiscutable* sur les lignes aériennes et satisfaire aux exigences de 4.2.1.3.1.

NOTE Cet essai supplémentaire permet de s'assurer que les *détecteurs de tension* de catégorie L donnent une *indication indiscutable* sur les lignes aériennes, sauf lorsqu'ils sont utilisés dans des zones équipotentielles. Les *détecteurs de tension* de catégorie S (voir 4.4.2.2) n'ont pas ces problèmes en raison de l'*allonge d'électrode de contact*.

4.2.1.3.4 Réglages

L'utilisateur ne doit pas avoir accès au réglage de la *tension de seuil*.

Un *sélecteur* (possible pour la tension et la fréquence, voir 3.28) est admis, mais pour chaque position du *sélecteur*, l'utilisateur ne doit pas avoir accès aux réglages de la *tension de seuil*.

Si le *détecteur de tension* dispose d'un *sélecteur*, la limite théorique de 4,5 du rapport entre $U_{n\max}$ et $U_{n\min}$ est valide pour chaque position du *sélecteur*.

4.2.2 Perceptibilité indiscutable

4.2.2.1 Généralités

Le *détecteur de tension* doit donner une *indication indiscutable* dans des conditions normales de lumière et de bruit.

Les types d'indications du *détecteur de tension* sont répartis en trois groupes (voir également Tableau 1).

- Groupe I: indication avec au moins deux *signaux actifs* distincts, qui indiquent "la présence de tension" et "l'absence de tension". L'indication "prêt à fonctionner" est donnée par le *signal actif* "absence de tension", l'*état de veille* n'étant pas nécessaire.
- Groupe II: indication avec au moins un *signal actif*, qui indique "l'absence de tension" et est mis en service manuellement par un commutateur "marche", puis supprimé quand l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* est mise en contact avec une partie sous tension.
- Groupe III: indication avec au moins un *signal actif*, qui indique "la présence de tension". Une indication "prêt à fonctionner" doit être disponible et doit avoir un *état de veille*.

L'*état prêt à fonctionner* est la situation dans laquelle le détecteur peut réussir tous les essais des exigences fonctionnelles.

Les *détecteurs de tension* "passifs" sans source d'énergie incorporée appartiennent au groupe III, car l'indication "prêt à fonctionner" est l'essai réalisé sur la tension de service avec un *signal actif* avant et après la détection de tension.

Tableau 1 – Groupe d'indication

Groupe	Indication active de "présence de tension"	Indication active "d'absence de tension"	Indication "prêt à fonctionner"
I	X	X	
II	–	X	
III	X	–	X

4.2.2.2 Indication visuelle

L'indication doit être indiscutablement visible par l'utilisateur en position de travail et dans des conditions normales de luminosité.

Quand deux signaux visuels sont utilisés, l'indication ne doit pas reposer seulement sur la perceptibilité de lumières de couleurs différentes. Des caractéristiques complémentaires, telles que la séparation physique des sources lumineuses, des formes distinctes des signaux lumineux ou une lumière clignotante, doivent être utilisées.

4.2.2.3 Indication sonore

L'indication doit être indiscutablement audible par l'utilisateur en position de travail et dans des conditions normales de bruit.

Quand deux signaux sonores sont utilisés, l'indication ne doit pas reposer seulement sur la perceptibilité de sons de niveaux de pression acoustique différents. Des caractéristiques complémentaires, telles que la tonalité ou l'intermittence des signaux sonores, doivent être utilisées.

4.2.3 Influence de la température et de l'humidité sur l'indication

Il existe trois catégories de *détecteurs de tension* en fonction des conditions climatiques: froid (C), normal (N) et chaud (W).

Le *détecteur de tension* doit fonctionner correctement dans la plage de températures de sa catégorie climatique donnée au Tableau 2.

Le *détecteur de tension* doit fonctionner correctement en cas de changement brusque de température dans la plage de températures de sa catégorie climatique.

Dans ces cas, la *tension de seuil* doit satisfaire à 4.2.1.3.1.

Tableau 2 – Catégories climatiques

Catégories climatiques		Plages de conditions climatiques (fonctionnement et stockage)	
		Température °C	Humidité %
(C)	Froid	–40 à +55	20 à 96
(N)	Normal	–25 à +55	20 à 96
(W)	Chaud	–5 à +70	12 à 96

4.2.4 Influence de la fréquence

Un *détecteur de tension* doit fonctionner entre 97 % et 103 % de sa fréquence nominale ou de chacune de ses fréquences nominales.

4.2.5 Temps de réponse

Le *temps de réponse* doit être inférieur à 1 s.

4.2.6 Fiabilité de la source de l'alimentation

Un *détecteur de tension* avec alimentation incorporée doit donner une *indication indiscutable* jusqu'à ce que la source soit épuisée, à moins que son usage soit limité par une indication d'indisponibilité ou par une coupure automatique, comme indiqué dans les instructions d'utilisation.

4.2.7 Élément de contrôle

L'*élément de contrôle*, qu'il soit incorporé ou séparé, doit permettre le contrôle de tous les circuits électriques, y compris la source d'énergie et le fonctionnement de l'indication. Quand tous les circuits ne peuvent pas être contrôlés, chaque restriction doit être clairement indiquée dans les instructions d'utilisation. Ces circuits doivent être construits avec une grande fiabilité. En présence d'un *élément de contrôle* incorporé, le *détecteur de tension* doit donner l'indication

"état prêt à fonctionner" si l'autotest a été réussi. Une indication de défaillance doit être décrite dans les instructions d'utilisation.

4.2.8 Non-réponse à une tension continue

Le *détecteur de tension* ne doit pas réagir à une tension continue.

Le détecteur de courant alternatif doit rejeter la tension continue afin de pouvoir utiliser l'équipement portable de mise à la terre sur la charge capacitive restante.

4.2.9 Temps de fonctionnement

Le *détecteur de tension* doit pouvoir fonctionner sans défaillance quand il est soumis à la *tension de service* pendant 5 min.

4.2.10 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les *détecteurs de tension* doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 61000-6-2.

NOTE Dans certains pays, des exigences supplémentaires sont obligatoires pour satisfaire aux réglementations CEM.

4.3 Exigences électriques

4.3.1 Matériaux isolants

Les matériaux isolants doivent être adaptés (nature du matériau, dimensions) à la *tension nominale* (ou à la *tension nominale* maximale de la plage de tensions) du *détecteur de tension*.

NOTE 1 Si des tubes de matériau isolant de section circulaire sont utilisés dans la conception des *détecteurs de tension*, cette exigence est satisfaite en répondant à celles de l'IEC 60855-1 ou de l'IEC 61235 ou aux exigences du 5.1 pour les détecteurs de tension en dispositif complet.

Pour un *détecteur de tension* en dispositif complet, un *élément isolant* doit fournir à l'utilisateur l'isolation adéquate.

NOTE 2 Pour un *détecteur de tension* en dispositif séparé, une isolation adéquate est fournie à l'utilisateur au moyen d'une *perche isolante* adaptable.

4.3.2 Protection contre le contournement

La protection doit être telle que le *détecteur de tension* ne puisse provoquer un amorçage ou un claquage entre les parties sous tension d'une installation ou entre une partie sous tension de l'installation et la terre (masse).

4.3.3 Résistance à l'amorçage

Le *détecteur de tension* doit être construit de telle façon que l'*indicateur* ne puisse être endommagé ou mis hors service par un arc électrique de faible énergie.

4.4 Exigences mécaniques

4.4.1 Généralités

Pour un *détecteur de tension* en dispositif complet, un *élément isolant* doit fournir à l'utilisateur la distance adéquate.

NOTE Pour un *détecteur de tension* en dispositif séparé, une distance adéquate est fournie à l'utilisateur au moyen d'une *perche isolante* adaptable.

4.4.2 Conception

4.4.2.1 Conception générale

- a) Le *détecteur de tension* en dispositif complet doit inclure au moins les éléments suivants: une poignée, un *garde-main*, un *élément isolant*, une *marque limite*, un *indicateur* et une *électrode de contact* (voir Figure 1a).

Certaines parties, comme l'*électrode de contact*, l'*allonge d'électrode de contact* (si existante) ou l'*élément isolant* d'un *détecteur de tension* en dispositif complet, peuvent être démontées.

- b) Le *détecteur de tension* en dispositif séparé doit comprendre au moins les éléments suivants: *adaptateur*, *indicateur* et *électrode de contact* ou *sonde de contact* (voir Figure 1b).

Même si elle n'est pas fournie avec le *détecteur de tension*, la *perche isolante* utilisée conjointement avec le *détecteur de tension* en dispositif séparé doit satisfaire aux exigences de 4.3.1 et 4.4.3.

Les *détecteurs de tension* sont conçus pour une utilisation en intérieur (voir 3.14), en extérieur (voir 3.23) ou en extérieur exclusivement (voir 3.10).

Le *détecteur de tension* ne doit pas avoir de connexion extérieure conductrice ou tout autre dispositif réalisant une telle connexion à l'exception de l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact*.

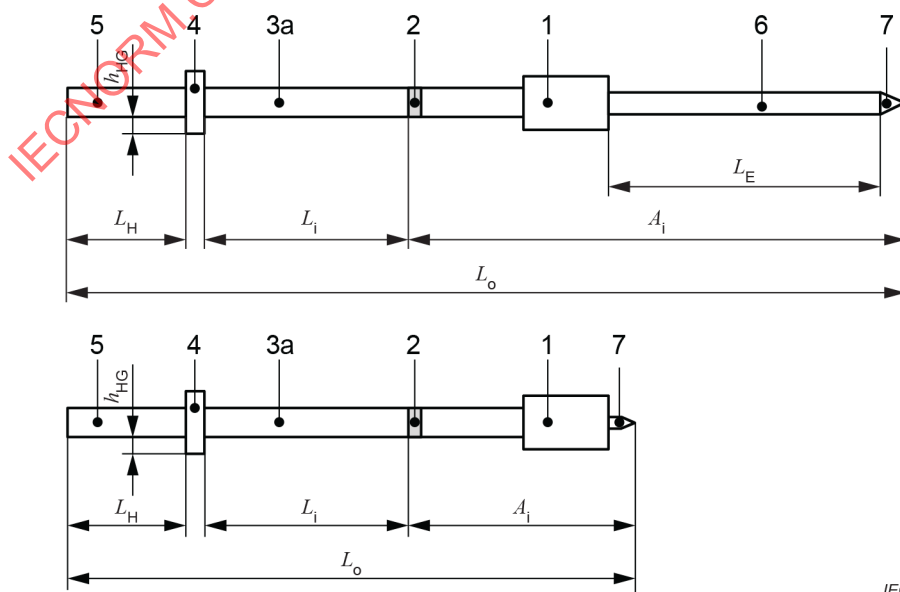
4.4.2.2 Catégorie

- Le *détecteur de tension* sans *allonge d'électrode de contact* doit avoir un marquage de catégorie L.
- Le *détecteur de tension* avec *allonge d'électrode de contact* doit avoir un marquage de catégorie S. La longueur de l'*allonge d'électrode de contact* doit être d'au moins a_e (voir Figure 3a).

NOTE: Les *détecteurs de tension* de catégorie S peuvent également être appliqués dans le cadre d'une utilisation de catégorie L.

4.4.3 Dimensions, construction

La longueur minimale de l'*élément isolant* d'un *détecteur de tension* en dispositif complet doit être conforme au Tableau 3.



IEC

Figure 1a – Détecteur de tension en dispositif complet (incluant son élément isolant)

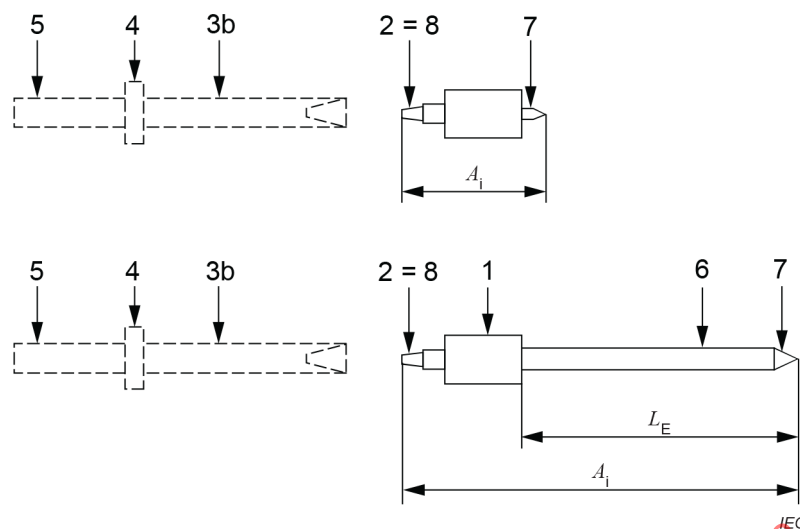


Figure 1b – Détecteur de tension en dispositif séparé (avec une perche isolante adaptable)

Légende

1	Indicateur	h_{HG}	Hauteur du garde-main
2	Marque limite	L_H	Longueur de la poignée
3a	Elément isolant	L_i	Longueur de l'élément isolant
3b	Perche isolante adaptable	L_E	Longueur de l'allonge d'électrode de contact
4	Garde-main	L_o	Longueur totale du détecteur de tension
5	Poignée	A_i	Profondeur d'insertion (longueur)
6	Allonge d'électrode de contact		
7	Electrode de contact ou sonde de contact		
8	Adaptateur		

Figure 1 – Exemples de conceptions de détecteurs de tension de type capacitif

Tableau 3 – Longueur minimale de l'élément isolant (L_i) d'un détecteur de tension en dispositif complet

U_r kV	L_i mm
$1 < U_r \leq 7,2$	320
$7,2 < U_r \leq 12$	360
$12 < U_r \leq 17,5$	370
$17,5 < U_r \leq 24$	470
$24 < U_r \leq 36$	520
$36 < U_r \leq 72,5$	830
$72,5 < U_r \leq 123$	1 300
$123 < U_r \leq 170$	1 700
$170 < U_r \leq 245$	2 300
$245 < U_r \leq 420$	3 600
$420 < U_r \leq 550$	4 300
$550 < U_r \leq 800$	6 600

NOTE 1 La *tension nominale* U_n est utilisée quand les paramètres à spécifier sont en relation avec le dimensionnement de l'installation ou avec les performances fonctionnelles du *détecteur de tension*, alors que la *tension assignée* U_i est utilisée quand les performances d'isolation du *détecteur de tension* sont impliquées.

NOTE 2 Les valeurs L_i du Tableau 3 correspondent à la distance minimale dans l'air (obtenue des Tableaux 1 et 2 de l'IEC 61936-1:2010 et de l'IEC 61936-1:2010/AMD1:2014) augmentée d'une distance de sécurité supplémentaire.

NOTE 3 Les valeurs L_i du Tableau 3 sont des recommandations pour déterminer la longueur de la *perche isolante* utilisée avec un *détecteur de tension* en dispositif séparé. Toutefois, la longueur de la *perche isolante* pour les travaux sous tension peut être raccourcie pour les *détecteurs de tension* en dispositif séparé en tenant compte des distances minimales d'approche ou conformément aux réglementations nationales ou régionales.

Dans le cas d'un *détecteur de tension* en dispositif complet et pour L_i supérieur ou égal à 520 mm, les parties conductrices sont permises, dans les limites de la longueur minimale de l'*élément isolant*, si elles sont complètement isolées en externe et situées à proximité immédiate de la *marque limite*, dans une section de l'*élément isolant* ne dépassant pas 200 mm.

La *marque limite* doit avoir environ 20 mm de largeur, être permanente et indiscutablement reconnaissable par l'utilisateur.

Si un *détecteur de tension* en dispositif séparé ne possède pas de *marque limite*, l'extrémité de l'*adaptateur* à fixer à la perche adaptable doit servir de *marque limite* (Figure 1b).

Pour un *détecteur de tension* en dispositif complet, la longueur de la poignée doit être d'au moins 115 mm.

NOTE 4 La poignée peut être plus longue pour une utilisation à deux mains.

Pour un *détecteur de tension* en dispositif complet, le *garde-main* doit être fixé de façon permanente et avoir une hauteur minimale (h_{HG}) de 20 mm.

Dans le but d'adapter le *détecteur de tension* à différentes utilisations, l'*électrode de contact* peut être facilement interchangeable ou être complétée avec d'autres types d'*électrodes de contact* en fonction du type d'installation et des instructions d'utilisation.

4.4.4 Force de préhension et flèche

Le *détecteur de tension* doit être conçu pour faciliter une opération fiable avec un effort physique raisonnable pour l'utilisateur.

Le *détecteur de tension* doit être conçu pour permettre d'approcher en toute sécurité l'installation à soumettre à essai. La flèche sous son propre poids doit être aussi faible que possible.

Le poids de l'*indicateur* doit être minimal et compatible avec les exigences de fonctionnement.

Dans le cas d'un *détecteur de tension* en dispositif séparé, l'utilisateur doit être informé que le choix de la *perche isolante* peut modifier de façon appréciable la force de préhension et la flèche.

4.4.5 Résistance aux vibrations

L'*indicateur* et l'*allonge d'électrode de contact* doivent résister aux vibrations.

4.4.6 Résistance aux chutes

Le *détecteur de tension* doit résister aux chutes dans les conditions de travail.

4.4.7 Résistance aux chocs

L'*indicateur* et l'*allonge d'électrode de contact* doivent résister aux chocs mécaniques.

4.5 Marquages

Chaque *indicateur* doit posséder au moins les marquages suivants:

- *tension nominale* et/ou *plage de tensions nominales*;
- groupe d'indication (I, II ou III);
- marquage spécial pour tension perturbatrice faible ou élevée ("LI" pour tension perturbatrice faible, "HI" pour tension perturbatrice élevée, par exemple) selon le cas;
- fréquence nominale ou fréquences nominales;
- nom et/ou marque commerciale du fabricant;
- référence du modèle, numéro de série;
- indication du type "intérieur", "extérieur" ou "exclusivement extérieur";
- indication de catégorie (S ou L);
- catégorie climatique (C, N ou W) ou plage de températures ou d'humidité;
- année de production;
- symbole IEC 60417–5216:2002-10 – Approprié aux travaux sous tension; double triangle (voir Annexe A);
NOTE Le rapport exact de la hauteur de la figure à la base du triangle est de 1,43. Pour des raisons pratiques, la plage est comprise entre 1,4 et 1,5.
- numéro de la norme IEC applicable immédiatement adjacent au symbole (IEC 61243-1).

De plus, le *détecteur de tension* doit comporter, pour les besoins de l'utilisateur ou du laboratoire d'essai, une surface permettant le marquage de la date d'essai périodique.

Dans le cas d'un *détecteur de tension* avec une source d'énergie incorporée, le type d'alimentation doit être indiqué, soit sur l'*indicateur* soit dans le compartiment conçu pour recevoir la source d'énergie, ainsi que la polarité si cela est exigé.

Ces marquages doivent être lisibles et permanents. Les caractères doivent avoir au moins 3 mm de hauteur. Les marquages ne doivent pas altérer la qualité du *détecteur de tension*.

Pour être marqué du numéro de la présente norme IEC, le produit doit satisfaire à toutes les exigences qu'elle spécifie.

4.6 Documents destinés à l'utilisateur

Lors de la livraison d'un *détecteur de tension* ou d'un lot de *détecteurs de tension*, le fabricant doit fournir des informations relatives au numéro de la norme IEC avec son année de publication.

4.7 Instructions d'utilisation

Chaque *détecteur de tension* doit être accompagné des instructions d'utilisation du fabricant (voir Annexe B). Ces instructions doivent être préparées conformément aux dispositions générales données dans l'IEC 61477.

4.8 Exigences en cas de mauvaise utilisation raisonnablement prévisible du sélecteur

4.8.1 Position initiale du sélecteur

En cas de position incorrecte du *sélecteur* de tension ou de fréquence, le cas échéant, le *détecteur de tension* peut donner une indication incorrecte. Pour des raisons de sécurité, le

détecteur de tension doit commuter vers l'état *prêt à fonctionner* uniquement dans la position la plus sensible.

4.8.2 Indication de tension dans une position incorrectement basse du sélecteur (le cas échéant)

Si le *sélecteur* est dans une position basse incorrecte, le *détecteur de tension* ne doit pas être endommagé et doit donner l'indication "présence de tension" jusqu'à la *tension assignée* maximale du *détecteur de tension*.

5 Exigences particulières

5.1 Pour l'élément isolant d'un détecteur de tension en dispositif complet

5.1.1 Rigidité diélectrique

L'*élément isolant* doit être dimensionné de telle façon qu'il n'y ait pas d'amorçage ou de claquage au cours de son utilisation.

5.1.2 Courant de fuite

L'*élément isolant* du *détecteur de tension* de type *intérieur* doit être dimensionné de telle sorte que le courant de fuite en conditions sèches soit limité.

L'*élément isolant* du *détecteur de tension* de type *extérieur* doit être dimensionné de telle sorte que le courant de fuite à sec et sous pluie soit limité.

5.2 Isolation du boîtier indicateur d'un détecteur de tension en dispositif séparé

Le boîtier *indicateur* doit être dimensionné de telle façon qu'il n'y ait pas d'amorçage ou de claquage au cours de son utilisation.

5.3 Etat de veille

Un dispositif avec un *état de veille* doit indiquer l'état *prêt à fonctionner* sous la *tension de seuil*, si disponible, et la présence de tension à la valeur et au-dessous de la *tension de seuil*.

5.4 Etat prêt à fonctionner

L'état *prêt à fonctionner* du *détecteur de tension* doit être une indication visuelle et/ou sonore et être appliqué après avoir réussi l'autotest, le cas échéant.

Un signal indiquant que le *détecteur de tension* est prêt à fonctionner peut être utilisé comme une indication "d'absence de tension".

NOTE Les *détecteurs de tension* sans alimentation incorporée n'ont pas d'indication "prêt à fonctionner".

6 Essais

6.1 Généralités

6.1.1 Dispositions d'essai

Le présent document donne les dispositions d'essai visant à démontrer que le produit satisfait aux exigences des Articles 4 et 5. Ces dispositions d'essai sont principalement destinées à être utilisées comme essais de type et dans l'ordre du Tableau C.1, pour la validation de la conception. Le cas échéant, des moyens alternatifs (calcul, examen, essais, etc.) sont spécifiés dans les paragraphes d'essai pour les besoins des *détecteurs de tension* dont la phase de production est terminée.

Les essais doivent être réalisés sur un *détecteur de tension* complètement assemblé, y compris l'*allonge d'électrode de contact* lorsqu'elle est exigée, conformément aux instructions d'utilisation.

Si la *perche isolante* n'est pas fournie par le fabricant (dans le cas d'un *détecteur de tension* en dispositif séparé), une *perche isolante* satisfaisant à 4.3.1 et 4.4.3 doit être utilisée pour les essais.

6.1.2 Conditions atmosphériques

Sauf indication contraire, les essais doivent être réalisés dans les conditions atmosphériques normalisées suivantes de l'IEC 60068-1 pour les mesurages et les essais:

- température ambiante: 15 °C à 35 °C;
- humidité relative: 25 % à 75 %;
- pression atmosphérique: entre 86 kPa et 106 kPa.

Pour les essais de type, le *détecteur de tension* doit être soumis aux conditions atmosphériques pendant au moins 4 h avant de subir l'ensemble des essais.

6.1.3 Essais sous pluie

Avant les essais électriques, chaque *détecteur de tension* doit être nettoyé avec de l'iso-propanol ($\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_3$), puis séché à l'air pendant 15 min.

Les essais doivent être réalisés selon 9.1 de l'IEC 60060-1:2010 (procédure normalisée d'essais sous pluie), avec l'exception suivante: les ouvertures du récipient collecteur destiné à mesurer le taux d'humidification doivent être inférieures ou égales à la section horizontale de l'*indicateur*.

6.1.4 Essai de type

6.1.4.1 Essai de type sur la configuration de base

L'essai de type doit être exécuté sur trois *détecteurs de tension* complets. Les essais doivent être effectués selon la séquence définie à l'Annexe C. Si plusieurs *détecteurs de tension* ne satisfont pas à l'essai, l'essai a échoué. Si seulement un *détecteur de tension* ne satisfait pas à l'essai, la séquence entière de l'essai de type doit être répétée sur trois autres *détecteurs de tension*. Si, de nouveau, l'un des *détecteurs de tension* ne satisfait pas à l'essai, l'essai de type est considéré comme ayant échoué.

6.1.4.2 Essai de type sur des électrodes de contact et allonges d'électrode de contact supplémentaires

L'utilisation de différentes *électrodes de contact* ou *allonges d'électrode de contact* peut avoir un impact sur l'aptitude à la fonction du *détecteur de tension*.

Si plusieurs *allonges d'électrode de contact* ou plusieurs *électrodes de contact* sont fournies selon les instructions d'utilisation, les essais suivants doivent être réalisés avec chaque *allonge d'électrode de contact*, chaque *électrode de contact* et chacune de leur combinaison:

- mesurage de la *tension de seuil* (voir 6.2.1.2.1);
- essai de configuration de ligne aérienne (voir 6.2.1.6);
- influence du *champ perturbateur* en phase (voir 6.2.1.3);
- influence du *champ perturbateur* en opposition de phase (voir 6.2.1.4);
- influence de la *tension perturbatrice* (voir 6.2.1.5);

- *protection contre le contournement pour détecteur de tension de type intérieur/type extérieur* (voir 6.3.2);
- *protection contre le contournement pour détecteur de tension de type extérieur* (voir 6.3.3);
- résistance à l'amorçage (voir 6.3.4);
- résistance aux vibrations (voir 6.4.3);
- résistance aux chutes (voir 6.4.4).

Ces essais de type peuvent être réalisés

- avec le même ensemble de *détecteurs de tension*, équipés successivement de différentes *électrodes de contact* et *allonges d'électrode de contact* ou une combinaison des deux, ou
- avec différents ensembles de *détecteurs de tension*, chaque ensemble étant équipé de différentes *électrodes de contact* et *allonges d'électrode de contact* ou une combinaison des deux.

Dans le cas de différents ensembles de *détecteurs de tension*, pour chaque ensemble, si plusieurs *détecteurs de tension* ne satisfont pas à l'essai, l'ensemble a échoué à l'essai. Pour chaque ensemble, si seulement un *détecteur de tension* ne satisfait pas à l'essai, la séquence entière de l'essai de type concerné (voir 6.1.4.1) doit être répétée sur un nouvel ensemble de trois *détecteurs de tension*. Si l'un de ces trois *détecteurs de tension* ne satisfait pas à l'essai, l'essai de type de cette configuration est considéré comme ayant échoué.

6.1.4.3 Essai de type pour la famille de détecteurs de tension

Dans le cas de *détecteurs de tension* de la même famille, ce qui suit s'applique.

- Les essais de type doivent être réalisés aux *tensions nominales* inférieure et supérieure délimitant la *famille de détecteurs de tension*. Dans les limites de la famille, les essais de protection contre le contournement (6.3.2 et 6.3.3) doivent être réalisés pour chaque distance d_1 du Tableau 9 à la tension maximale de chaque plage de tensions. Les essais mécaniques doivent être réalisés une seule fois selon les conditions les plus sévères.
- L'essai d'*indication indiscutable* (voir 6.2.1) doit être réalisé pour chaque *tension nominale* ou chaque *plage de tensions nominales*. A chaque fois que le montage d'essai change en fonction de la plage de *tensions nominales* du *détecteur de tension*, l'essai correspondant doit être réalisé.

6.1.5 Méthodes d'essai

Les essais doivent être réalisés en utilisant une source de puissance en courant alternatif satisfaisant aux exigences de l'IEC 60060-1.

Sauf spécification contraire:

- les essais doivent être réalisés en conditions sèches pour tous les types de *détecteurs de tension*;
- une tolérance de ± 3 % est admise pour toutes les valeurs exigées;
- les essais doivent être réalisés aux fréquences de 50 Hz et/ou 60 Hz;
- les tolérances pour les dimensions inférieures à 3 150 mm doivent satisfaire au niveau JS18 selon l'ISO 286-1 et l'ISO 286-2. Pour les dimensions plus importantes, la tolérance doit être de ± 1 %;
- les essais supplémentaires applicables aux *détecteurs de tension* de type extérieur doivent être réalisés sous la pluie.

Aucun facteur de correction ne doit être appliqué aux tensions d'essai en fonction des conditions climatiques.

6.2 Essais de fonctionnement

6.2.1 Indication indiscutable

6.2.1.1 Généralités

Le plancher de la salle d'essai doit être conducteur ou recouvert de tapis conducteurs et relié à la terre (masse).

Les essais doivent être réalisés dans une salle dépourvue de *champ perturbateur* étranger indésirable.

Aucun objet ne doit être situé dans les limites d'une distance H entre le montage d'essai et le plancher (terre) et dans les limites d'une distance W entre le montage d'essai et toutes les autres directions, conformément à la Figure 3 et à la Figure 4.

6.2.1.2 Mesurage de la tension de seuil

6.2.1.2.1 Essai de type

Le montage d'essai utilisé pour mesurer la *tension de seuil* est de type boule-anneau, comme représenté à la Figure 3.

La disposition des électrodes est choisie selon la catégorie de *détecteurs de tension*. La Figure 3a indique la disposition pour les *détecteurs de tension* de catégorie S et la Figure 3b pour les *détecteurs de tension* de catégorie L.

Dans le cas de *détecteurs de tension* avec une plage de *tensions nominales*, le montage d'essai doit être choisi en fonction de la *tension nominale* la plus élevée.

L'électrode boule et l'électrode en anneau doivent être raccordées comme représenté à la Figure 5a.

La connexion électrique doit être composée d'un câble haute tension dont la section du conducteur est jusqu'à 5 mm², inséré dans un tube isolant pour assurer le support mécanique et une isolation électrique supplémentaire. La connexion doit avoir un impact minimal sur les résultats d'essai, par exemple en fixant la connexion de tension de manière concentrique à l'électrode en anneau selon la Figure 3 ou à l'anneau pare-effluves selon la Figure 4.

Un moyen adéquat doit être utilisé pour assurer une connexion électrique et une pression mécanique correctes entre l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* du *détecteur de tension* et l'électrode boule sans gêner le champ électrique local. Un exemple de ce type de moyen est représenté à la Figure 2a. De la même manière, l'électrode boule peut être modifiée sans gêner le champ électrique local. Un exemple d'électrode boule modifiée est représenté à la Figure 2b.

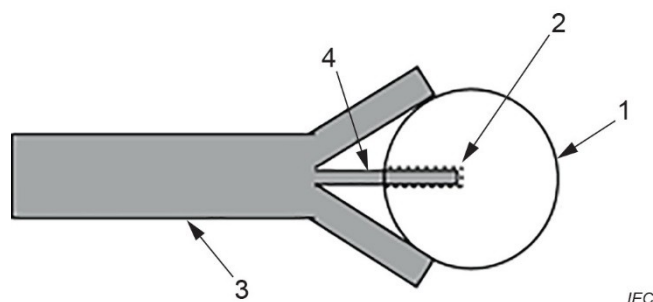


Figure 2a – Modification d'une électrode de contact utilisée pour l'essai

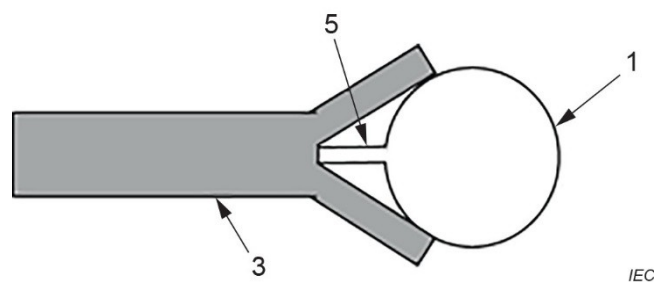


Figure 2b – Modification de l'électrode boule

Légende

- 1 électrode boule
- 2 trou circulaire percé dans l'électrode boule
- 3 *électrode de contact* en Y
- 4 tige cylindrique fixée à l'*électrode de contact* en Y dont la dimension permet de bien l'insérer dans le trou de l'électrode boule
- 5 tige cylindrique fixée à l'électrode boule

Figure 2 – Exemples de moyens adaptés pour assurer un contact approprié entre une électrode de contact et l'électrode boule

Le *détecteur de tension* doit être disposé de telle manière que son *électrode de contact* ou sa *sonde de contact* touche l'électrode boule et que l'*indicateur* se situe de façon approximativement concentrique par rapport à l'électrode en anneau (dans un axe horizontal).

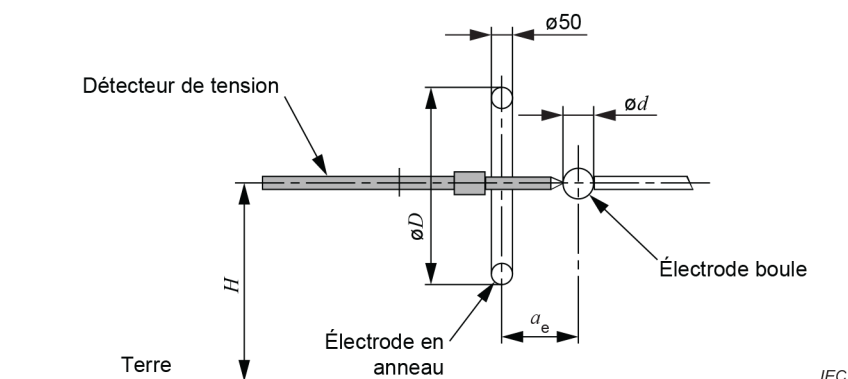
La *tension de seuil* doit être mesurée en augmentant la tension d'essai jusqu'à ce que l'état du signal change conformément à son type d'indication.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si la *tension de seuil* mesurée est dans les limites spécifiées en 4.2.1.3.1.

6.2.1.2.2 Essai alternatif des détecteurs de tension dont la phase de production est terminée

L'essai alternatif consiste à vérifier que la *tension de seuil* d'un *détecteur de tension* fabriqué est dans les limites de $\pm 5\%$ de la *tension de seuil* d'un *détecteur de tension* dont les essais de type ont été satisfaisants selon 6.2.1.2.1. Cet essai peut être réalisé au moyen d'un montage alternatif d'essai haute tension.

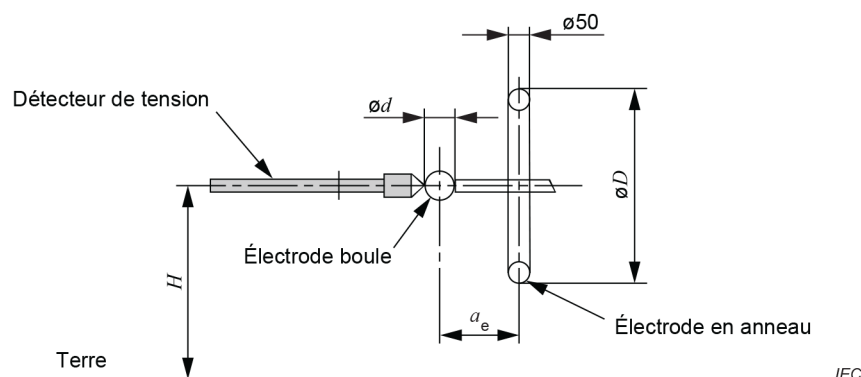
Dimensions en millimètres



U_n	Distance interélectrodes a_e	H	D Diamètre de l'anneau	d Diamètre de la boule	W (3 fois D) Distances avec le mur et plafond
kV	mm	mm	mm	mm	mm
$1 < U_n \leq 12$	100	1 500	$\varnothing 550$	$\varnothing 60$	> 1 650
$12 < U_n \leq 24$	270				
$24 < U_n \leq 52$	430				
$52 < U_n \leq 170$	650	2 500	$\varnothing 1\,050$	$\varnothing 100$	> 3 150
$170 < U_n \leq 245$	850				
$245 < U_n \leq 550$	850	3 500	$\varnothing 1\,050$	$\varnothing 100$	> 3 150
$550 < U_n \leq 800$	1 200				
			$\varnothing 1\,600$	$\varnothing 150$	> 4 800

Figure 3a – Montage d'essai avec l'électrode boule derrière l'électrode en anneau

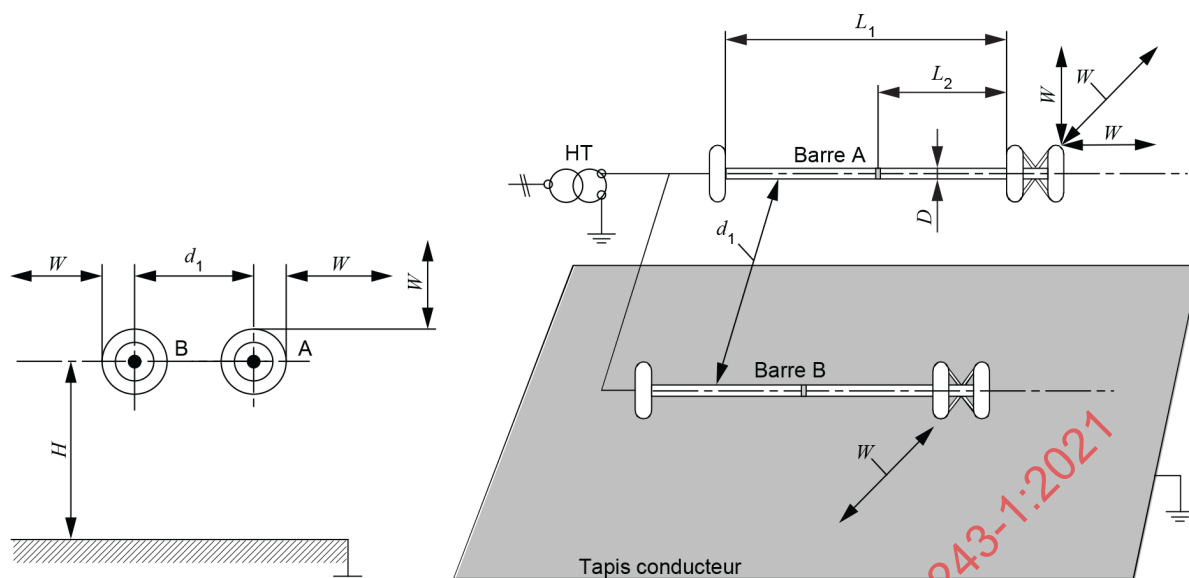
Dimensions en millimètres



U_n	Distance interélectrodes a_e	H	D Diamètre de l'anneau	d Diamètre de la boule	W (3 fois D) Distances avec le mur et plafond
kV	mm	mm	mm	mm	mm
$1 < U_n \leq 12$ $12 < U_n \leq 24$ $24 < U_n \leq 52$	300	1 500	$\varnothing 550$	$\varnothing 60$	$> 1\,650$
$52 < U_n \leq 170$ $170 < U_n \leq 245$	1 000	2 500	$\varnothing 1\,050$	$\varnothing 100$	$> 3\,150$
$245 < U_n \leq 550$ $550 < U_n \leq 800$	1 000	2 500	$\varnothing 1\,050$	$\varnothing 100$	$> 3\,150$
	1 000	3 500	$\varnothing 1\,600$	$\varnothing 150$	$> 4\,800$

Figure 3b – Montage d'essai avec l'électrode boule devant l'électrode en anneau

Figure 3 – Montage d'essai boule-anneau (voir 6.2.1 et 6.2.5)



W = distances dans l'air entre mur et plafond

Profils des barres A et B

Vue d'ensemble

IEC

U_n kV	H mm	W mm	d_1 mm	L_1 mm	L_2 mm	Conducteur D mm
$52 < U_n \leq 82,5$	3 500	750	750	1 000	525	$12,4 \pm 5 \%$
$82,5 < U_n \leq 145$	3 500	900	900	1 700	945	$25,2 \pm 5 \%$
$145 < U_n \leq 245$	3 500	1 500	1 500	2 700	1 470	$39 \pm 5 \%$
$245 < U_n \leq 420$	3 500	2 400 ^a	2 400 ^a	3 200	1 785	$64,5 \pm 5 \%$
$420 < U_n \leq 550$	4 100	2 900 ^a	2 900 ^a	3 900	2 205	$87,5 \pm 5 \%$
$550 < U_n \leq 800$	6 400	4 800 ^a	4 800 ^a	5 300	3 150	$126 \pm 5 \%$

^a Les valeurs de W et d_1 sont choisies dans le Tableau 2 de l'IEC 61936-1:2010 et de l'IEC 61936-1:2010/AMD1:2014, "Espace libre minimal entre phases et terre" pour la tige et la structure N , la distance minimale prise pour la tension maximale de la plage de tensions.

Figure 4a – Disposition générale

U_n kV	D_1 mm	D_2 mm	Z mm	Y mm
$52 < U_n \leq 82,5$	200	50	50	150
$82,5 < U_n \leq 145$	360	90	90	270
$145 < U_n \leq 245$	560	140	140	420
$245 < U_n \leq 420$	680	170	170	510
$420 < U_n \leq 550$	800	210	210	630
$550 < U_n \leq 800$	1 000	300	300	900

Figure 4b – Dimensions des anneaux pare-effluves doubles (matériau conducteur)

U_n kV	D_1 mm	D_2 mm
$52 < U_n \leq 82,5$	120	30
$82,5 < U_n \leq 145$	210	54
$145 < U_n \leq 245$	350	90
$245 < U_n \leq 420$	400	100
$420 < U_n \leq 550$	480	126
$550 < U_n \leq 800$	600	160

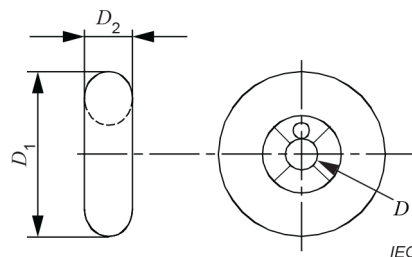


Figure 4c – Dimensions des anneaux pare-effluves (matériau conducteur)

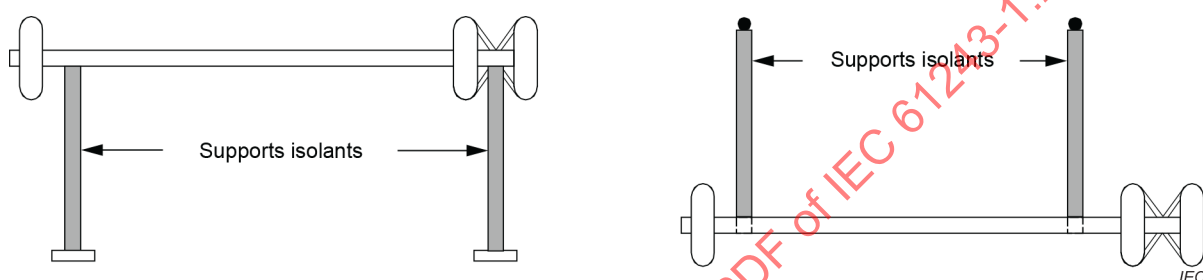


Figure 4d – Exemple de disposition des supports pour l'essai avec barres

Figure 4 – Montage d'essai avec barres (voir 6.2.1)

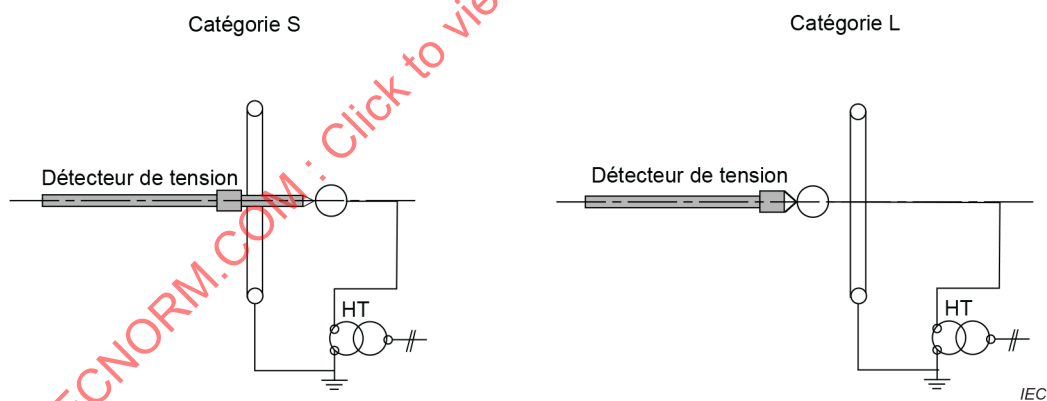


Figure 5a – Mesurage de la tension de seuil et influence d'une tension perturbatrice avec le montage d'essai boule-anneau (voir 6.2.1.2.1 et 6.2.1.5)

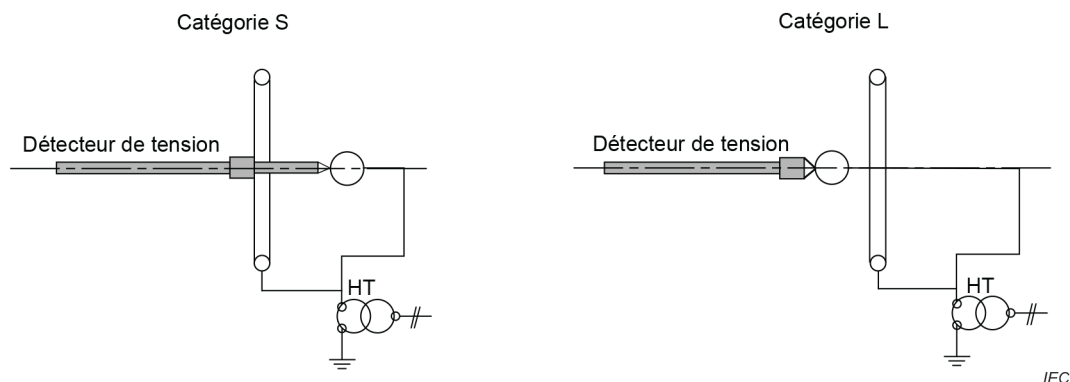


Figure 5b – Influence d'un champ perturbateur en phase avec le montage d'essai boule-anneau (voir 6.2.1.3)

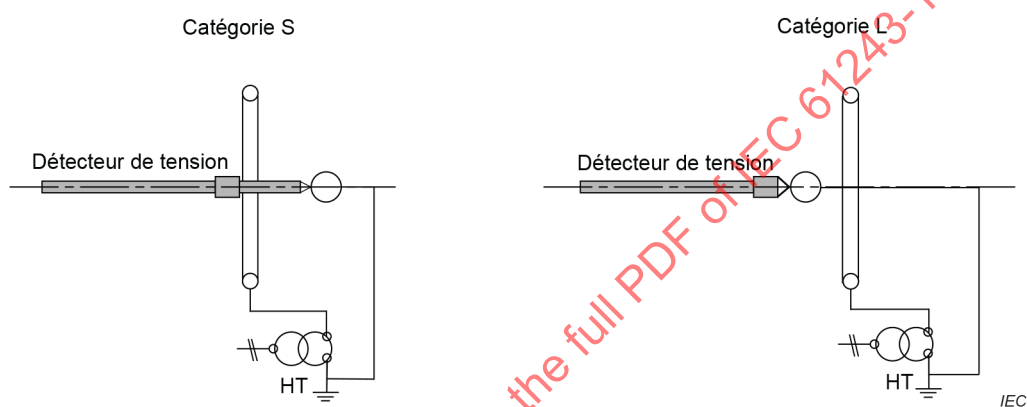


Figure 5c – Influence d'un champ perturbateur en opposition de phase avec le montage d'essai boule-anneau (voir 6.2.1.4)

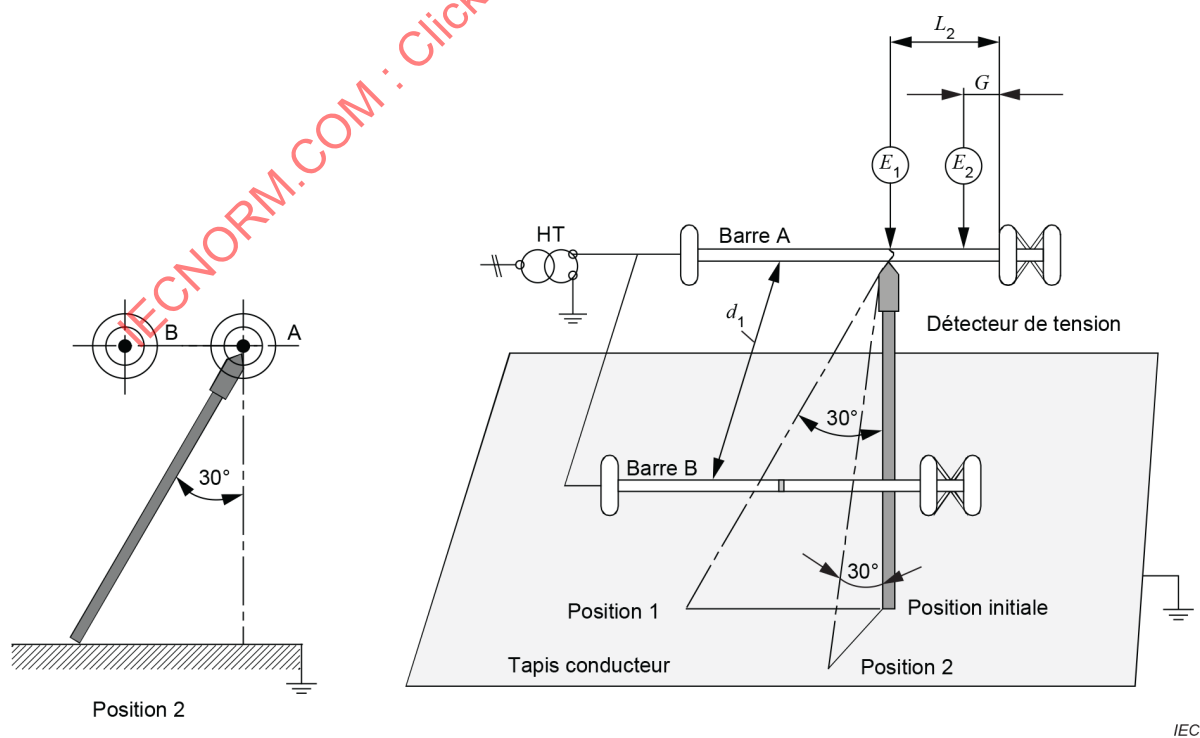


Figure 5d – Influence d'un champ perturbateur en phase avec les barres (voir 6.2.1.3)

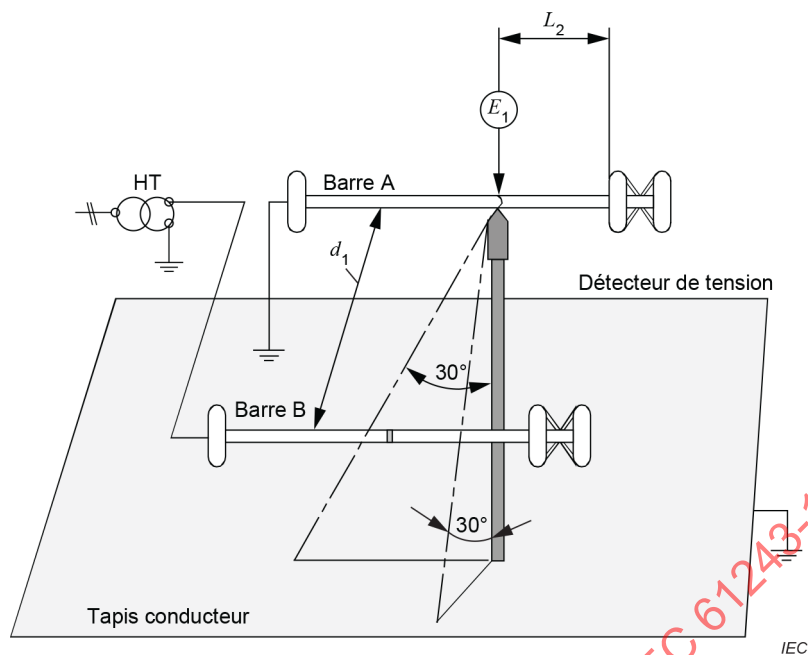


Figure 5e – Influence d'un champ perturbateur en opposition de phase avec les barres (voir 6.2.1.4)

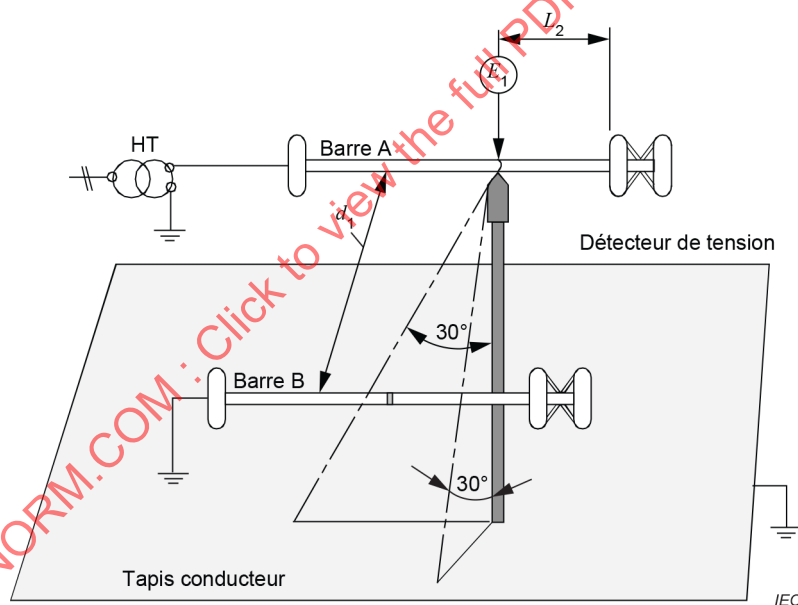


Figure 5f – Influence d'une tension perturbatrice avec les barres (voir 6.2.1.5)

Figure 5 – Raccordements pour les essais d'indication indiscutable (voir 6.2.1)

6.2.1.3 Influence d'un champ perturbateur en phase

Le montage d'essai utilisé pour l'influence d'un *champ perturbateur* en phase est soit de type boule-anneau soit de type barres, selon la *tension nominale* U_n et la catégorie du *déTECTEUR de tension* et tel qu'indiqué au Tableau 4.

Tableau 4 – Choix du montage d'essai pour l'influence d'un champ perturbateur en phase

Tensions nominales	$U_n \leq 52 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} < U_n \leq 245 \text{ kV}$	$U_n > 245 \text{ kV}$
Type de montage d'essai	Boule-anneau Catégorie S: Figure 3a Catégorie L: Figure 3b	Boule-anneau Catégorie S: Figure 3a Catégorie L: Figure 3b ou alternativement Barres Catégories S et L: Figure 4	Barres Catégories S et L: Figure 4

Les *détecteurs de tension* ayant une plage de *tensions nominales* doivent être vérifiés en utilisant le même type de montage d'essai.

L'électrode boule et l'électrode en anneau doivent être raccordées comme représenté à la Figure 5b. Les barres doivent être raccordées comme représenté à la Figure 5d.

Le *détecteur de tension* doit être disposé de telle manière que son *électrode de contact* ou sa *sonde de contact* touche l'électrode boule et que l'*indicateur* se situe de façon approximativement concentrique par rapport à l'électrode en anneau (dans un axe horizontal).

Lorsque le montage d'essai avec des barres est utilisé, l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* du *détecteur de tension* doit toucher initialement la barre A au point E_1 , avec une tolérance de $\pm 3 \%$ sur L_2 . Le *détecteur de tension* doit être incliné dans les deux positions selon un angle minimal de 30° , comme représenté à la Figure 5d. Le détecteur de tension, ayant repris une position verticale, doit alors être déplacé au point E_2 (Figure 5d) en position verticale. La distance G entre le point E_2 et l'anneau pare-effluves double est donnée au Tableau 5.

Tableau 5 – Distance G (voir Figure 5d)

U_n kV	G mm
$52 < U_n \leq 82,5$	75
$82,5 < U_n \leq 145$	135
$145 < U_n \leq 245$	210
$245 < U_n \leq 420$	255
$420 < U_n \leq 550$	315
$550 < U_n \leq 800$	450

La tension d'essai doit être égale à 0,45 fois la *tension nominale*. Pour des *détecteurs de tension* avec une plage de *tensions nominales*, les essais doivent être réalisés à la *tension nominale* inférieure. Pour des *détecteurs de tension* avec plusieurs fréquences nominales, les essais doivent être réalisés pour chacune des fréquences nominales.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si, conformément à son type d'indication, l'état du signal correspondant à l'indication "présence de tension" apparaît.

6.2.1.4 Influence d'un champ perturbateur en opposition de phase

Le montage d'essai utilisé pour l'influence d'un *champ perturbateur* en opposition de phase est soit de type boule-anneau soit de type barres, selon la *tension nominale* et la catégorie du *détecteur de tension* et tel qu'indiqué au Tableau 6.

Tableau 6 – Choix du montage d'essai pour l'influence d'un champ perturbateur en opposition de phase

Tensions nominales	$U_n \leq 52 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} < U_n \leq 245 \text{ kV}$	$U_n > 245 \text{ kV}$
Type de montage d'essai	Boule-anneau Catégorie S: Figure 3a Catégorie L: Figure 3b	Boule-anneau Catégories S et L: Figure 3b ou alternativement Barres Catégories S et L: Figure 4	Barres Catégories S et L: Figure 4

Les *détecteurs de tension* ayant une plage de *tensions nominales* doivent être vérifiés en utilisant le même type de montage d'essai.

L'électrode boule et l'électrode en anneau doivent être raccordées comme représenté à la Figure 5c. Les barres doivent être raccordées comme représenté à la Figure 5e.

Le *détecteur de tension* doit être disposé de telle manière que son *électrode de contact* ou sa *sonde de contact* touche l'électrode boule et que l'*indicateur* se situe de façon approximativement concentrique par rapport à l'électrode en anneau (dans un axe horizontal).

Lorsque le montage d'essai avec des barres est utilisé, l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* du *détecteur de tension* doit toucher la barre A mise à la terre (masse) au point E_1 , avec une tolérance de $\pm 3 \%$ sur L_2 . Le *détecteur de tension* doit être incliné dans les deux positions selon un angle minimal de 30° , comme représenté à la Figure 5e.

La tension d'essai doit être égale à 0,6 fois la *tension nominale*. Pour des *détecteurs de tension* avec une plage de *tensions nominales*, les essais doivent être réalisés à la *tension nominale* la plus élevée. Pour des *détecteurs de tension* ayant plusieurs fréquences nominales, les essais doivent être réalisés à la fréquence nominale la plus élevée.

NOTE 0,6 fois la *tension nominale* correspond à 105 % de la *tension nominale* divisée par 1,732.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si, conformément à son type d'indication, l'état du signal correspondant à l'indication "présence de tension" n'apparaît jamais.

6.2.1.5 Influence d'une tension perturbatrice

Le montage d'essai utilisé pour l'influence d'une *tension perturbatrice* est soit de type boule-anneau soit de type barres, selon la *tension nominale* et la catégorie du *détecteur de tension* et tel qu'indiqué au Tableau 7.

Tableau 7 – Choix du montage d'essai pour l'influence d'une tension perturbatrice

Tensions nominales	$U_n \leq 52 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} < U_n \leq 245 \text{ kV}$	$U_n > 245 \text{ kV}$
Type de montage d'essai	Boule-anneau Catégorie S: Figure 3a Catégorie L: Figure 3b	Boule-anneau Catégorie S: Figure 3a Catégorie L: Figure 3b ou alternativement Barres Catégories S et L: Figure 4	Barres Catégories S et L: Figure 4

Les *détecteurs de tension* ayant une plage de *tensions nominales* doivent être vérifiés en utilisant le même type de montage d'essai.

L'électrode boule et l'électrode en anneau doivent être raccordées comme représenté à la Figure 5a. Les barres doivent être raccordées comme représenté à la Figure 5f.

Le *détecteur de tension* doit être disposé de telle manière que son *électrode de contact* ou sa *sonde de contact* touche l'électrode boule et que l'*indicateur* se situe de façon approximativement concentrique par rapport à l'électrode en anneau (dans un axe horizontal).

Lorsque le montage d'essai avec des barres est utilisé, l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* du *détecteur de tension* doit toucher initialement la barre A sous tension au point E_1 , avec une tolérance de $\pm 3 \%$ sur L_2 . Le *détecteur de tension* doit être incliné dans les deux positions selon un angle minimal de 30° , comme représenté à la Figure 5f.

La tension d'essai doit être égale à 0,10 fois la *tension nominale*. Pour des *détecteurs de tension* avec une plage de *tensions nominales*, les essais doivent être réalisés à la *tension nominale* la plus élevée. Pour des *détecteurs de tension* ayant plusieurs fréquences nominales, les essais doivent être réalisés à la fréquence nominale la plus élevée. Pour les *détecteurs pour faible tension perturbatrice*, la tension d'essai doit être égale à 95 % de la *tension de seuil* spécifiée dans le cadre d'un accord entre le fabricant et le client.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si, conformément à son type d'indication, l'état du signal correspondant à l'indication "présence de tension" n'apparaît jamais.

6.2.1.6 Essai de configuration de ligne aérienne pour les détecteurs de tension

6.2.1.6.1 Essai de type

Cet essai doit être réalisé pour les *détecteurs de tension* dont l'*allonge d'électrode de contact* est inférieure à a_e (voir Figure 3a) pour la catégorie L.

Cet essai supplémentaire vise à s'assurer que le détecteur détecte la plupart des configurations de ligne aérienne.

Le montage d'essai est décrit à la Figure 4a, utilisant une seule barre et ses anneaux pare-effluves pour cet essai. Les distances et dimensions sont celles du tableau de la Figure 4b.

Pour les *détecteurs de tension* inférieurs ou égaux à 52 kV, la hauteur de la barre est de 1,5 m et les autres distances et dimensions sont issues du tableau de la Figure 4b, ligne " $52 < U_n \leq 82,5$ ".

Un moyen adapté doit être utilisé pour assurer une bonne connexion électrique (similaire à la Figure 2) ainsi qu'une pression mécanique entre l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* du *détecteur de tension* et la barre sans perturber le champ électrique local.

La barre doit être raccordée à une source haute tension de sorte que le raccordement n'influence pas les résultats d'essai (par exemple, le raccordement est réalisé dans l'axe de la barre, voir 6.2.1.2.1). Le sol est mis à la terre selon 6.2.1.1.

Le *détecteur de tension* doit être installé à l'horizontale pour les tensions inférieures ou égales à 52 kV, et à la verticale pour les tensions supérieures à 52 kV de sorte que son *électrode de contact* ou sa *sonde de contact* touche la barre en L2.

La *tension de seuil* doit être mesurée en augmentant la tension d'essai jusqu'à ce que l'état du signal change conformément à son type d'indication.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si la tension mesurée est dans les limites spécifiées en 4.2.1.3.1.

6.2.1.6.2 Essai alternatif des détecteurs de tension dont la phase de production est terminée

L'essai alternatif consiste à vérifier que la *tension de seuil* d'un *détecteur de tension* fabriqué est dans les limites de $\pm 5\%$ de la tension d'un *détecteur de tension* dont les essais de type ont été satisfaisants selon 6.2.1.6.1. Cet essai peut être réalisé au moyen d'un montage alternatif d'essai haute tension.

6.2.2 Compatibilité électromagnétique (CEM)

6.2.2.1 Essai de type

Le *détecteur de tension* doit être soumis et doit satisfaire à l'essai applicable de l'IEC 61326-1 pour:

- les exigences d'immunité des équipements portatifs alimentés par batterie ou à partir du circuit mesuré avec les paramètres d'essai donnés au Tableau 8;

Tableau 8 – Paramètres CEM

Description	Accès	Référence	Paramètres
Décharges électrostatiques (ESD)	Enveloppe	IEC 61000-6-2:2016, Tableau 1	8 kV (air) ^a
Immunité au champ électromagnétique RF	Enveloppe	IEC 61000-6-2:2016, Tableau 1	10 V/m pour 80 MHz à 1 GHz (niveau 2) 3 V/m pour 1,4 GHz à 6 GHz (niveau 2)
Champ magnétique à la fréquence du réseau (Uniquement pour les dispositifs avec des parties sensibles aux champs magnétiques)	Enveloppe	IEC 61000-6-2:2016, Tableau 1	Fréquence: 50 Hz ou 60 Hz Champ magnétique: 30 A/m

NOTE 1 Le niveau 2 correspond à un environnement de rayonnement électromagnétique modéré. Cette situation apparaît en présence d'un système mondial de communications mobiles (GSM), par exemple les émetteurs-récepteurs fixes, tels que les antennes à hyperfréquences des téléphones cellulaires, installés dans des structures de transport d'énergie ou des postes de transformation.

NOTE 2 Les *détecteurs de tension* de type capacitif sont des dispositifs non sensibles d'un point de vue magnétique.

^a Pour les *détecteurs de tension* dont la *tension nominale* est supérieure ou égale à 10 kV, l'essai de résistance à l'amorçage est l'essai le plus sévère, aucun essai ESD n'est exigé.

Les critères d'aptitude à la fonction pour tous les essais CEM sont donnés au Tableau 9.

Tableau 9 – Critères d'aptitude à la fonction pour tous les essais CEM

Fonction	Critères
Fonctionnement du <i>détecteur de tension</i>	A
Fonctionnement de l' <i>élément de contrôle</i>	B
NOTE Les critères A et B sont définis dans l'IEC 61326-1.	

- exigences de limite d'émission pour les équipements destinés à être utilisés dans des lieux industriels avec les paramètres d'essai donnés au Tableau 10.

Tableau 10 – Paramètres d'essai pour la limite d'émission

Description	Accès	Essai	Paramètres
Caractéristiques des perturbations radioélectriques	Enveloppe	CISPR 11	Classe A

NOTE Pour des raisons de sécurité, le *détecteur de tension* peut être activé par d'autres moyens que la haute tension.

Les *détecteurs de tension* équipés d'un *sélecteur* doivent être réglés sur la position la plus sensible.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si les indications pertinentes ne sont pas affectées.

6.2.2.2 Moyens alternatifs pour les détecteurs de tension dont la phase de production est terminée

A l'issue de la phase de production, il n'est pas pratique de procéder aux essais CEM pour vérifier la conformité aux exigences applicables. Néanmoins, le fabricant doit prouver qu'il a suivi la même procédure d'assemblage documentée que celle dont a fait l'objet le dispositif soumis à l'essai de type.

6.2.3 Perceptibilité indiscutable de l'indication visuelle

6.2.3.1 Essai de type

L'installation d'essai est indiquée à la Figure 6.

L'intensité de la lumière frappant un écran gris dépoli ayant un indice de réflectivité de 18 % et la source lumineuse de l'*indicateur* doit être:

- 50 000 lux $\pm$ 5 000 lux pour un *détecteur de tension de type extérieur* avec une lumière normalisée D₅₅ selon la CIE 15.2, correspondant à une température de couleur de 5 500 K $\pm$ 550 K;
- 1 000 lux $\pm$ 100 lux pour un *détecteur de tension de type intérieur* avec une lumière normalisée A selon la CIE 15.2, correspondant à une température de couleur de 3 200 K $\pm$ 320 K.

Le *détecteur de tension* est positionné dans la direction de l'axe A – B, et sa source lumineuse est centrée en utilisation normale sur l'axe A–B, selon la Figure 6a.

L'essai de perceptibilité visuelle doit être effectué en alimentant le *détecteur de tension*, par tout moyen approprié correspondant à l'application de la *tension de seuil* plus 10 %.

En mettant alternativement "sous tension" et "hors tension", le *détecteur de tension* est réglé de telle manière que les indications "présence de tension" et "absence de tension" alternent plusieurs fois dans des conditions inconnues de l'observateur.

Trois observateurs d'acuité visuelle moyenne regardent vers le *détecteur de tension*, à travers les trous de 5 mm de la plaque de façade (voir Figure 6b).

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si l'indication est vue par les trois observateurs à travers chaque trou.

6.2.3.2 Essai alternatif des détecteurs de tension dont la phase de production est terminée

L'essai alternatif consiste à comparer la perceptibilité de l'indication visuelle d'un *détecteur de tension* fabriqué, par rapport à celle d'un *détecteur de tension* dont l'essai de type est satisfaisant selon 6.2.3.1 (*détecteur de tension* de référence). L'essai doit être considéré comme satisfaisant si la perceptibilité des deux détecteurs est presque identique.

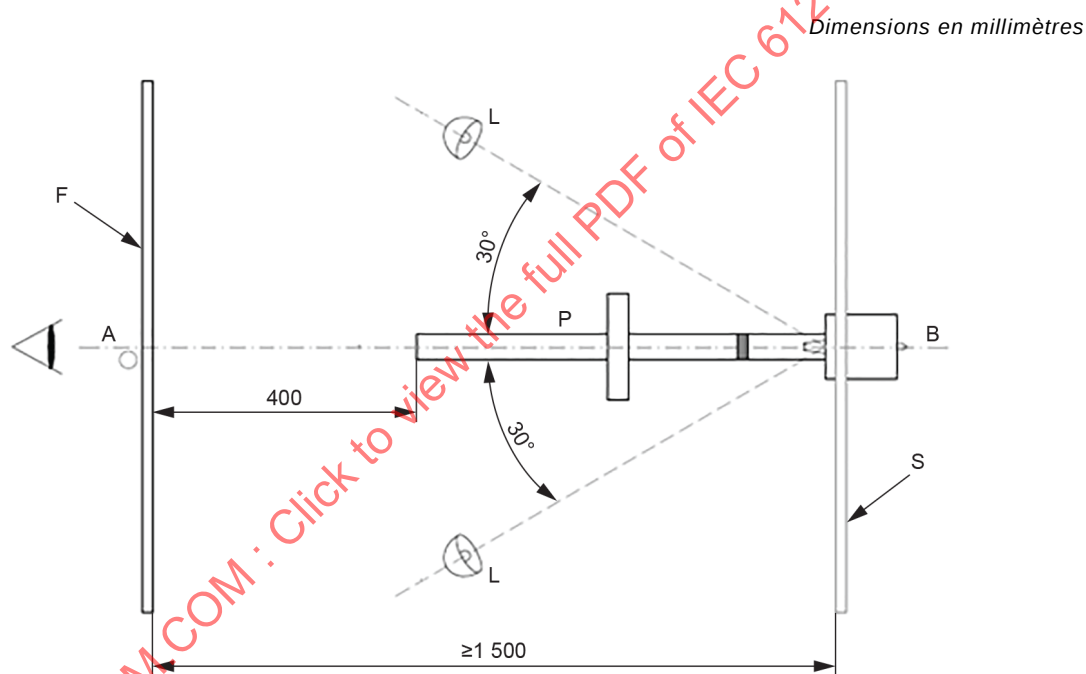
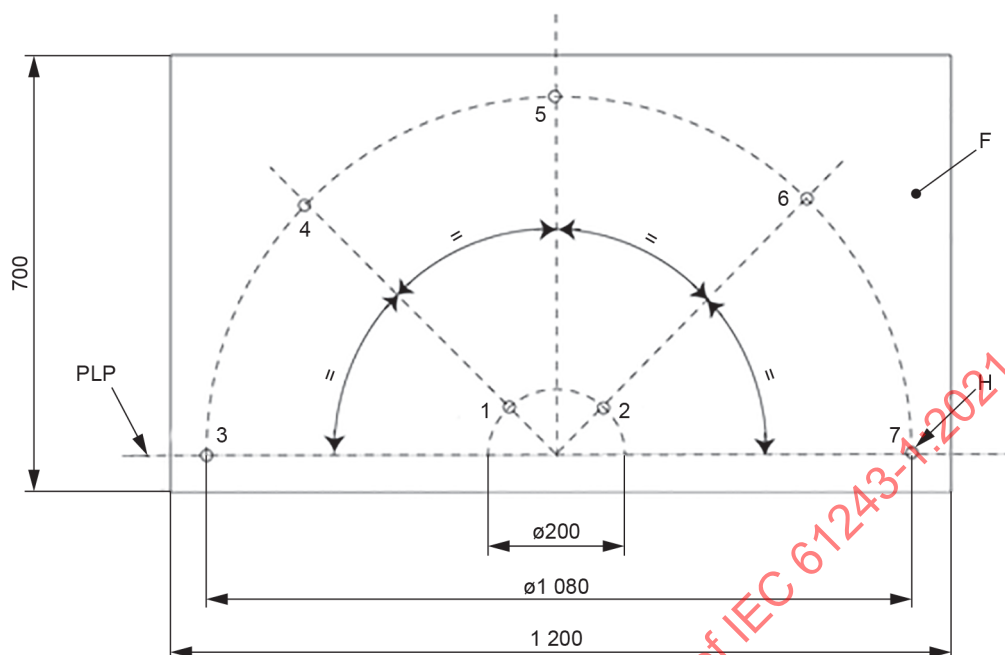


Figure 6a – Vue de dessus

Dimensions en millimètres



IEC

Figure 6b – Vue de face de la plaque de façade

Légende

P	perche du détecteur de tension	S	écran gris clair 1 000 × 1 000
F	plaque de façade perforée de 3 mm d'épaisseur	H	sept trous, 5 mm de diamètre
L	source lumineuse	PLP	plan des sources lumineuses et de la perche du détecteur de tension

Figure 6 – Montage d'essai pour le mesurage de la perceptibilité indiscutable de l'indication visuelle (voir 6.2.3.1)**6.2.4 Perceptibilité indiscutable de l'indication sonore****6.2.4.1 Essai de type**

L'essai doit être réalisé en champ libre sur plan réfléchissant, dans un environnement satisfaisant aux exigences de l'Annexe A de l'ISO 3744:2010.

NOTE 1 De telles conditions d'essais sont possibles dans des chambres semi-anéchoïques.

La valeur moyenne du niveau du bruit de fond, sur l'ensemble des positions de microphone, doit être inférieure d'au moins 6 dB(A), mais de préférence de plus de 15 dB(A) au-dessous de la pression acoustique à mesurer. Si la différence entre les niveaux de pression acoustique du bruit de fond et celui émis par la source est comprise entre 6 dB(A) et 15 dB(A), une correction doit être appliquée comme décrit en 8.2.3 de l'ISO 3744:2010.

Le système d'instrumentation, incluant les microphones et le câble, doit satisfaire aux exigences relatives aux instruments de classe 1 spécifiées dans l'IEC 61672-1. Les filtres utilisés doivent satisfaire aux exigences relatives aux instruments de classe 1 spécifiées dans la série IEC 61260.

Pendant chaque série de mesures, un calibre acoustique d'une précision de classe 1 spécifiée dans l'IEC 60942 doit être appliqué au microphone pour vérifier l'étalonnage de tout le système d'instrumentation.

L'essai de perceptibilité sonore doit être effectué en alimentant le *détecteur de tension*, par tout moyen approprié correspondant à l'application de la *tension de seuil* plus 10 %.

Le *détecteur de tension* doit être disposé comme représenté à la Figure 7a, de telle manière que l'axe acoustique du *détecteur de tension* soit parallèle au sol et à au moins 1,5 m de toute surface réfléchissante.

Un plan de mesure doit être placé perpendiculairement à l'axe sonore selon la Figure 7a. La distance de 400 mm peut être augmentée de 200 mm si cela permet de mesurer des intensités sonores supérieures.

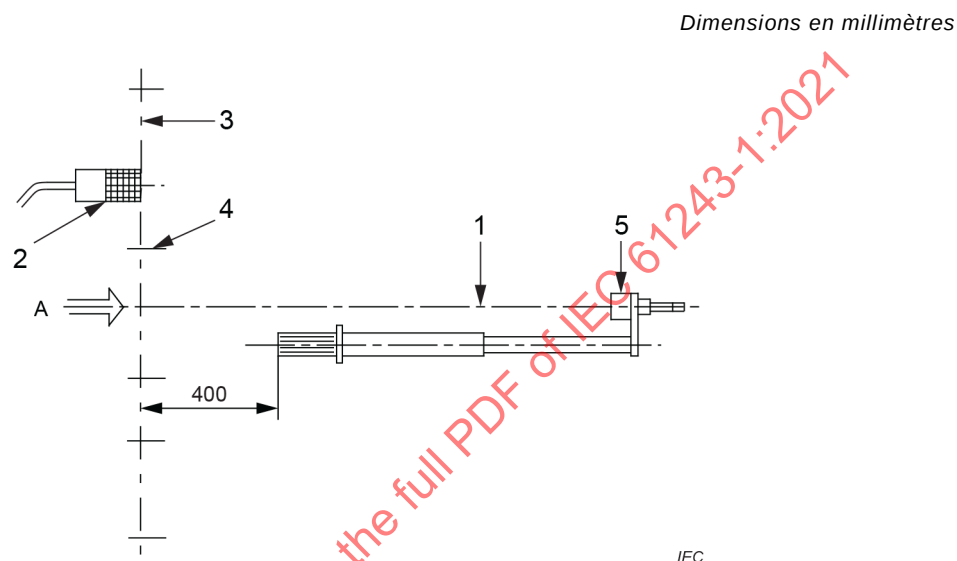


Figure 7a – Vue de côté

Dimensions en millimètres

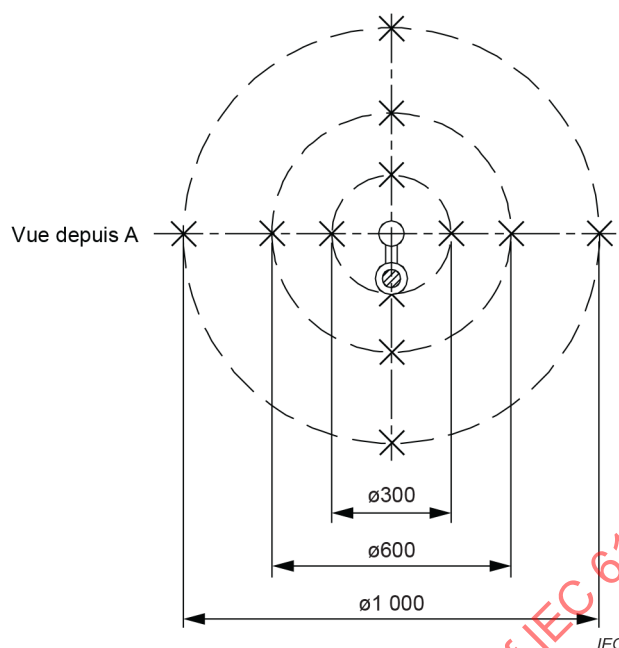


Figure 7b – Vue de face

Légende

- | | |
|--------|----------------------|
| 1 | Axe de bruit |
| 2 | Microphone de mesure |
| 3 | Plan de mesure |
| 4 et X | Points de mesure |
| 5 | Détecteur de tension |

Figure 7 – Montage d'essai pour le mesurage de la perceptibilité indiscutable de l'indication sonore (voir 6.2.4.1)

Les mesurages doivent être effectués pour les indications "présence de tension" et "absence de tension" à chacune des douze positions du microphone, selon la Figure 7b. Le niveau de pression acoustique doit être mesuré dans chaque bande d'octaves de la plage de fréquences allant de 1 000 Hz à 4 000 Hz, avec le réseau de pondération A.

La période d'observation doit être au moins de 10 s pour un signal continu. Pour un signal intermittent, le temps d'intégration de la mesure doit être plus court que la durée du signal.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si, pour chacune des positions du microphone, le niveau de pression acoustique dans au moins une octave de la plage de fréquences considérée est supérieur à

- 80 dB(A), (réf.: 20 µPa) pour un *détecteur de tension* avec signal sonore continu;
- 77 dB(A), (réf.: 20 µPa) pour un *détecteur de tension* avec signal sonore intermittent.

En présence d'une indication visuelle supplémentaire, ces valeurs peuvent être réduites de 10 dB(A).

NOTE 2 Des valeurs plus élevées peuvent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client pour une utilisation spécifique en zones très bruyantes.

6.2.4.2 Essai alternatif des détecteurs de tension dont la phase de production est terminée

L'essai alternatif consiste à comparer la perceptibilité de l'indication visuelle d'un *détecteur de tension* fabriqué, par rapport à celle d'un *détecteur de tension* dont l'essai de type est satisfaisant selon 6.2.4.1 (*détecteur de tension* de référence). L'essai doit être considéré comme satisfaisant si la perceptibilité des deux détecteurs est presque identique.

6.2.5 Influence de la fréquence

6.2.5.1 Essai de type

L'essai doit être réalisé en utilisant le montage d'essai et la procédure d'essai de 6.2.1.2.1.

Pour un *détecteur de tension* ayant une seule fréquence nominale, l'essai doit être réalisé à 97 % et 103 % de la fréquence nominale.

Pour un *détecteur de tension* ayant plusieurs fréquences nominales, l'essai doit être réalisé à 97 % et 103 % de chacune des fréquences nominales.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si la *tension de seuil* se situe dans les limites spécifiées en 4.2.1.3.

6.2.5.2 Moyens alternatifs pour les détecteurs de tension dont la phase de production est terminée

Le fabricant doit prouver qu'il a suivi la même procédure d'assemblage documentée que celle dont a fait l'objet le dispositif soumis à l'essai de type. Le fabricant doit documenter les composants qui ont un impact sur les performances des fréquences.

6.2.6 Temps de réponse

6.2.6.1 Essai de type

La tension d'essai appliquée doit être la *tension de seuil* plus 10 %.

NOTE Pour des raisons pratiques, le *détecteur de tension* peut être alimenté par d'autres moyens équivalents.

La tension d'essai doit être appliquée, puis coupée et appliquée vingt fois. La durée des périodes avec et sans tension doit être ajustée à 1 s.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si chaque signal visuel ou sonore est vu ou entendu comme une indication rythmique d'une fréquence minimale de 0,5 Hz. Le ou les premiers signaux doivent apparaître au cours du premier cycle.

6.2.6.2 Moyens alternatifs pour les détecteurs de tension dont la phase de production est terminée

Le fabricant doit prouver qu'il a suivi la même procédure d'assemblage documentée que celle dont a fait l'objet le dispositif soumis à l'essai de type. Le fabricant doit documenter les composants qui ont un impact sur le *temps de réponse*.

6.2.7 Fiabilité de la source de l'alimentation

6.2.7.1 Essai de type

Un *détecteur de tension* avec une source d'alimentation incorporée et une plage de *tensions nominales* doit être soumis à essai à la *tension nominale* inférieure.

La tension d'essai doit être la *tension de seuil* plus 10 %.

NOTE Pour des raisons pratiques, le *détecteur de tension* peut être alimenté par d'autres moyens équivalents.

Le *détecteur de tension* doit être mis en marche et l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* appliquée sur une source de tension alternative.

La tension d'essai doit être coupée après 1 min et remise 2 min plus tard. L'état du signal correspondant à l'indication "présence de tension" doit être vérifié plusieurs fois à certains intervalles pendant ces cycles. Les cycles doivent être répétés jusqu'à ce que

- une indication soit donnée, conformément aux instructions d'utilisation, selon laquelle le *détecteur de tension* n'est plus opérationnel, ou
- le *détecteur de tension* soit mis automatiquement hors service pour cette raison.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si l'une des exigences mentionnées ci-dessus est satisfaite.

La durée de l'essai peut être réduite en utilisant d'autres méthodes donnant le même résultat (par exemple, utilisation d'une alimentation incorporée déchargée avec juste suffisamment d'énergie pour un bon fonctionnement, ou utilisation d'une alimentation externe).

6.2.7.2 Moyens alternatifs pour les détecteurs de tension dont la phase de production est terminée

Le fabricant doit prouver qu'il a suivi la même procédure d'assemblage documentée que celle dont a fait l'objet le dispositif soumis à l'essai de type. Le fabricant doit documenter les composantes qui ont un impact sur la fiabilité de la source de l'alimentation.

6.2.8 Vérification de l'élément de contrôle

L'*élément de contrôle* est actionné selon les instructions d'utilisation.

Un signal visuel et/ou sonore doit apparaître. L'*élément de contrôle* doit être activé trois fois et un signal doit apparaître à chaque fois.

Le circuit électrique (et l'organigramme si un logiciel est utilisé) doit (doivent) être vérifié(s) pour déterminer si tous les circuits sont soumis à essai, sauf ceux mentionnés dans les instructions d'utilisation.

6.2.9 Non-réponse à une tension continue

6.2.9.1 Essai de type

Pour un *détecteur de tension* avec une plage de *tensions nominales*, la tension d'essai doit être choisie en fonction de la *tension nominale* la plus élevée. La tension d'essai doit être $U_n \sqrt{2} / \sqrt{3}$.

Le *détecteur de tension* doit être placé avec l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* sur une source de tension continue, conformément à l'IEC 60060-1. L'essai doit être répété en inversant la polarité.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant s'il n'y a pas émission d'un signal continu de plus de 1 s.

NOTE Pour des raisons pratiques, le *détecteur de tension* peut être alimenté par d'autres moyens équivalents.

6.2.9.2 Moyens alternatifs pour les détecteurs de tension dont la phase de production est terminée

Le fabricant doit prouver qu'il a suivi la même procédure d'assemblage documentée que celle dont a fait l'objet le dispositif soumis à l'essai de type. Le fabricant doit documenter les composantes qui ont un impact sur la non-réponse à une tension continue.

6.2.10 Temps de fonctionnement

6.2.10.1 Essai de type

Le *détecteur de tension* doit être placé avec l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* sur une source de tension alternative, et la tension d'essai appliquée pendant 5 min.

La tension d'essai doit être de $1,2 U_n$ pour un *détecteur de tension* ayant une *tension nominale* inférieure ou égale à 123 kV.

La tension d'essai doit être $1,2 U_n / \sqrt{3}$, mais doit être supérieure à 148 kV ($\approx 1,2 \times 123$ kV) pour un *détecteur de tension* ayant une *tension nominale* supérieure à 123 kV.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si l'état du signal correspondant à "présence de tension" est ininterrompu pendant toute la durée de l'essai.

6.2.10.2 Moyens alternatifs pour les détecteurs de tension dont la phase de production est terminée

Le fabricant doit prouver qu'il a suivi la même procédure d'assemblage documentée que celle dont a fait l'objet le dispositif soumis à l'essai de type. Le fabricant doit documenter les composantes qui ont un impact sur le temps de fonctionnement.

6.3 Essais diélectriques

6.3.1 Matériau isolant pour les tubes et les tiges des détecteurs de tension en dispositif complet

6.3.1.1 Essai de type

Ces essais doivent uniquement être réalisés pour les tubes et les tiges qui ne sont pas couverts par l'IEC 60855-1 ou l'IEC 61235.

Cet essai de matériau isolant concerne les *détecteurs de tension* ou les comparateurs de phase (voir l'IEC 61481-1 et l'IEC 61481-2) en dispositif complet, et non les tubes et tiges prévus pour d'autres usages.

Les parties isolantes de longueur comprise entre 60 mm et 200 mm doivent être soumises à essai sur toute leur longueur. Pour des longueurs plus importantes, des éprouvettes de 200 mm doivent être fabriquées. Les extrémités des objets d'essai ne doivent pas être bouchées pour l'essai.

Une bande d'environ 0,5 mm d'épaisseur et 10 mm de largeur doit être retirée sur toute la longueur de l'axe de chaque objet d'essai. L'objet d'essai doit être conditionné dans l'eau présentant une résistivité maximale de 100 Ω m à une température de $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 96 h.

A la fin de cette période, l'eau qui adhère doit être éliminée. Une électrode-ruban de 20 mm de largeur en matériau conducteur doit être immédiatement appliquée sur la surface extérieure, aux deux extrémités de l'objet d'essai. Après une période de séchage de (15 ± 1) min, dans une pièce à une température de $23^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$, une tension d'essai de 1 kV/cm doit être appliquée pendant 5 min.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si le courant ne dépasse à aucun moment 50 μ A efficace pendant les quatre dernières minutes.

Après avoir retiré les objets d'essai, le courant qui passe par le montage d'essai ne doit pas dépasser 10 μ A efficace avec la tension d'essai appliquée.

6.3.1.2 Essais ou moyens alternatifs pour les détecteurs de tension dont la phase de production est terminée

Le fabricant doit prouver que les tubes et tiges utilisés présentent une qualité identique à ceux soumis à l'essai de type.

6.3.2 Protection contre le contournement pour détecteurs de tension de types intérieur et extérieur

6.3.2.1 Essai de type

6.3.2.1.1 Généralités

Cet essai concerne la partie du *détecteur de tension* située entre la *marque limite* et le haut de l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact*. En l'absence de *marque limite* sur un *détecteur de tension* en dispositif séparé, l'extrémité de l'*adaptateur* doit être considérée comme la *marque limite* (Figure 1b).

Le montage d'essai utilisé pour l'essai de *protection contre le contournement* est choisi selon la *tension nominale* du *détecteur de tension* telle qu'indiquée au Tableau 11.

Tableau 11 – Choix du montage et du type d'essai

Tensions nominales	$U_n \leq 245 \text{ kV}$		$U_n > 245 \text{ kV}$	
	$A_i + 200 \text{ mm} > d_1$	$A_i + 200 \text{ mm} \leq d_1$	$A_i + 200 \text{ mm} > d_1$	$A_i + 200 \text{ mm} \leq d_1$
Type de montage d'essai	Barres en forme de V Figure 8a		Barres parallèles Figure 8e	
Essai	Contrainte longitudinale et Contraintes transversale et longitudinale	Contrainte longitudinale	Contrainte longitudinale et Contraintes transversale et longitudinale	Contrainte longitudinale

Pour les *détecteurs de tension* marqués "intérieur" ou "extérieur", la distance d_1 entre la barre A et la barre B doit être ajustée selon le Tableau 12, colonne "Intérieur", quel que soit le type de montage d'essai utilisé.

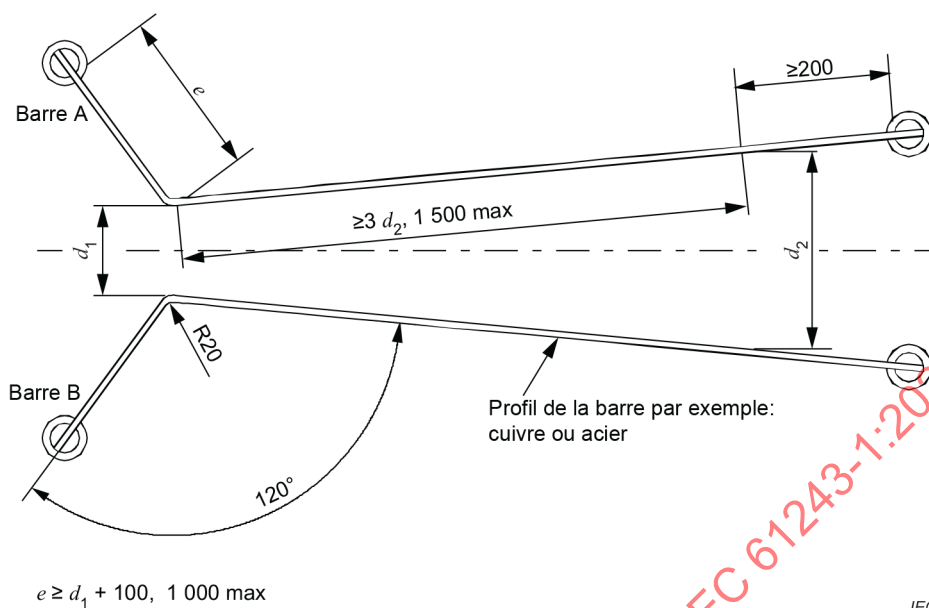
Pour les *détecteurs de tension* marqués "exclusivement extérieur", la distance d_1 entre la barre A et la barre B doit être ajustée selon le Tableau 12, colonne "extérieur", quel que soit le type de montage d'essai utilisé.

La distance d_2 de la Figure 8a doit être calculée comme suit:

$$d_2 = A_i + d_1 + 200 \text{ (toutes les dimensions sont en millimètres)}$$

où A_i est la profondeur d'insertion (Figure 1).

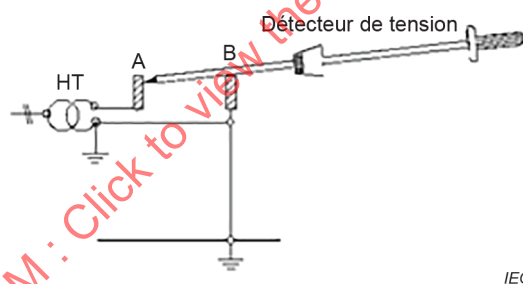
Dimensions en millimètres



IEC

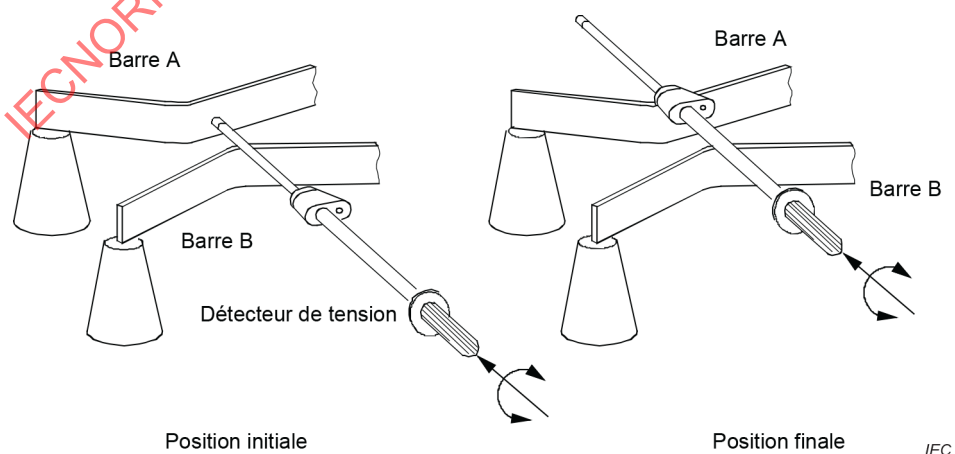
Dimensions des barres: Le profil de la barre doit être de 60 mm × 10 mm et les coins doivent être arrondis à un rayon de 1 mm. Les extrémités de la barre doivent avoir la même courbure.

Figure 8a – Disposition d'essai et dimensions des barres en V



IEC

Figure 8b – Raccordement des barres en V



IEC

Figure 8c – Essai de contrainte longitudinale (voir 6.3.2.1.2.2)

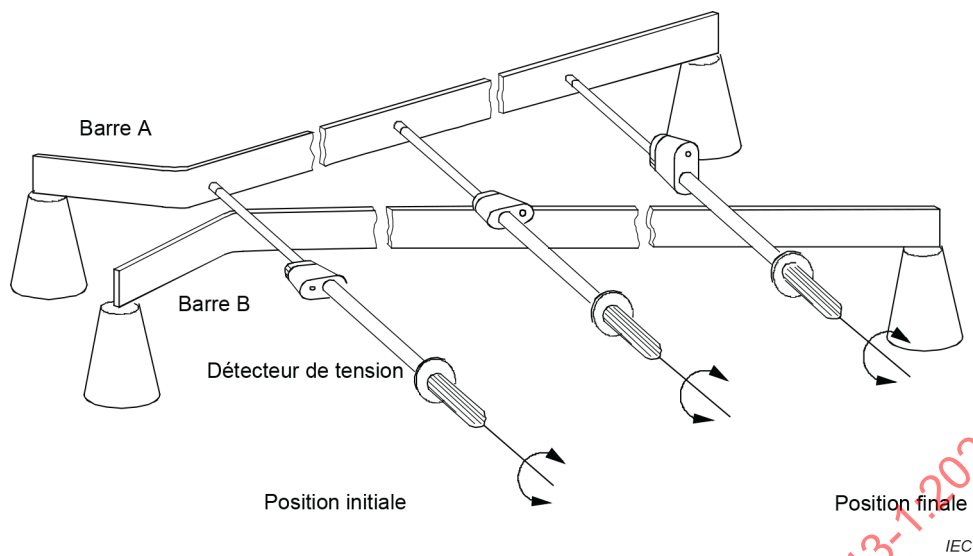


Figure 8d – Essai de contraintes transversale et longitudinale (voir 6.3.2.1.2.3)

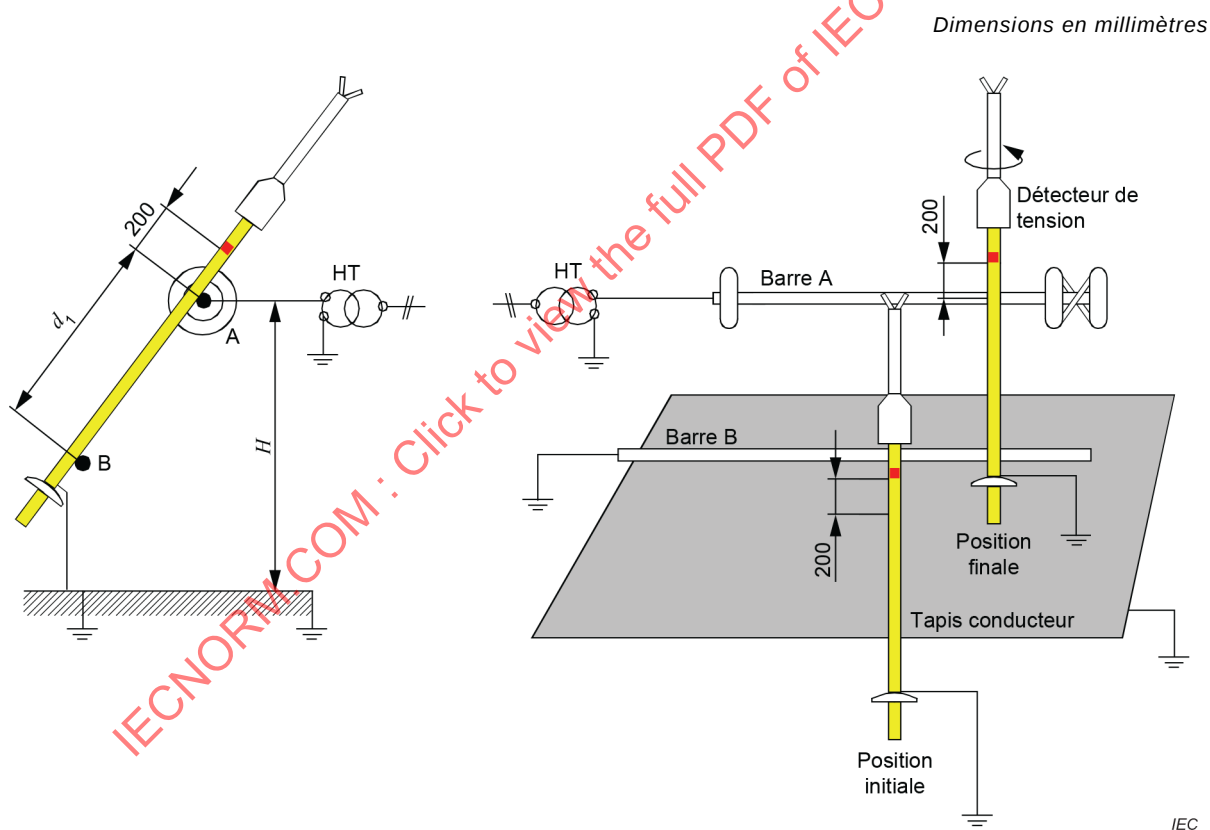


Figure 8e – Barres parallèles – Essai de contrainte longitudinale (voir 6.3.2.1.3.2)

Dimensions en millimètres

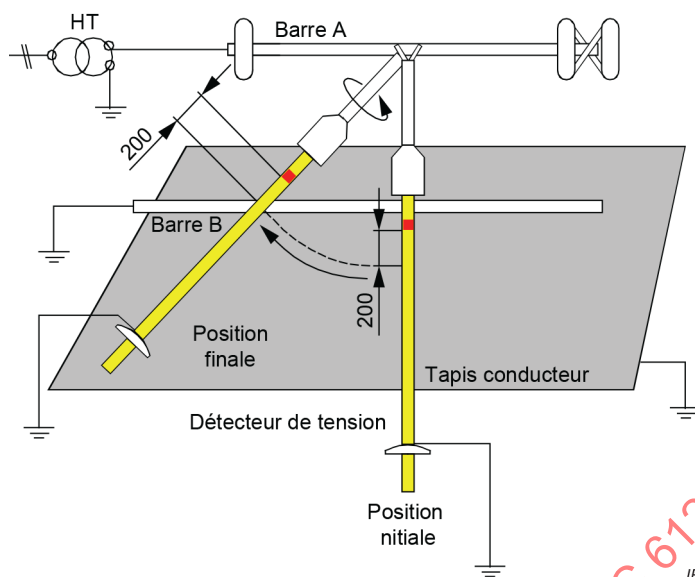


Figure 8f – Barres parallèles – Essai de contraintes transversale et longitudinale (voir 6.3.2.1.3.3)

Figure 8 – Montage d'essai pour la protection contre le contournement et la résistance à l'amorçage (voir 6.3.2 et 6.3.4)

La tension d'essai doit être de $1,2U_r$ pour un *déTECTEUR de tension* ayant une *tension nominale* inférieure ou égale à 123 kV.

La tension d'essai doit être $1,2U_r / \sqrt{3}$, mais doit être supérieure à 148 kV ($\approx 1,2 \times 123$ kV) pour un *déTECTEUR de tension* ayant une *tension nominale* supérieure à 123 kV.

Les essais de contournement doivent être effectués dans les limites de la plage de tensions du *déTECTEUR de tension* pour chaque distance d_1 à la plus haute tension de chaque plage donnée au Tableau 12.

Tableau 12 – Distance d_1 pour le montage d'essai de contournement

U_n kV	d_1 mm	
	Intérieur	Extérieur
$U_n \leq 7,2$	50	150
$7,2 < U_n \leq 12$	60	150
$12 < U_n \leq 17,5$	85	180
$17,5 < U_n \leq 24$	115	215
$24 < U_n \leq 36$	180	325
$36 < U_n \leq 52$	240	520
$52 < U_n \leq 72,5$	330	700
$72,5 < U_n \leq 123$	650	1 100
$123 < U_n \leq 145$	1 100	1 100
$145 < U_n \leq 170$	1 350	1 350
$170 < U_n \leq 245$	1 850	1 850

U_n kV	d_1 mm	
	Intérieur	Extérieur
$245 < U_n \leq 300$	2 100	2 100
$300 < U_n \leq 362$	2 500	2 500
$362 < U_n \leq 420$	2 900	2 900
$420 < U_n \leq 550$	3 400	3 400
$550 < U_n \leq 800$	4 800	4 800

6.3.2.1.2 Pour détecteur de tension ≤ 245 kV

6.3.2.1.2.1 Généralités

Les barres doivent être raccordées comme représenté à la Figure 8b. La distance au sol (H) des barres doit être au moins d_1 .

6.3.2.1.2.2 Essai de contrainte longitudinale

L'extrémité de l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* doit être placée sur la barre A à l'écartement étroit d_1 et le *détecteur de tension* doit être posé sur la barre B pendant 1 min. Le *détecteur de tension* demeurant positionné à l'écartement étroit doit être tourné et poussé en direction de la barre A jusqu'à ce que la *marque limite* plus 200 mm atteigne la barre A (Figure 8c).

L'essai doit être considéré comme satisfaisant s'il ne se produit ni amorçage ni claquage.

6.3.2.1.2.3 Essai de contraintes transversale et longitudinale

L'extrémité de l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* doit être placée sur la barre A à l'écartement étroit d_1 et le *détecteur de tension* doit être posé sur la barre B. Le *détecteur de tension* doit être ensuite roulé le long des barres jusqu'à ce que la *marque limite* plus 200 mm atteigne la barre B (Figure 8d), la partie supérieure de l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* demeurant en contact avec la barre A.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant s'il ne se produit ni amorçage ni claquage.

6.3.2.1.3 Pour détecteur de tension > 245 kV

6.3.2.1.3.1 Généralités

Les barres doivent être raccordées comme représenté à la Figure 8e. La distance au sol (H) de la barre A doit être au moins d_1 . La hauteur de la barre B n'est pas critique pour l'essai.

6.3.2.1.3.2 Essai de contrainte longitudinale

L'extrémité de l'*électrode de contact* ou la *sonde de contact* doit être placée sur la barre A et le *détecteur de tension* doit être posé sur la barre B pendant 1 min (Figure 8e, position initiale). Le *détecteur de tension* doit être ensuite poussé en direction de la barre A et roulé jusqu'à ce que la *marque limite* plus 200 mm atteigne la barre A (Figure 8e, position finale).

L'essai doit être considéré comme satisfaisant s'il ne se produit ni amorçage ni claquage.