

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Live working – Phase comparators –  
Part 1: Capacitive type to be used for voltages exceeding 1 kV a.c.**

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

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XC**  
CODE PRIX

---

ICS 13.260; 29.240.20; 29.260.99

ISBN 978-2-8322-1879-2

**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.....	9
1 Scope.....	10
2 Normative references .....	10
3 Terms and definitions .....	11
4 Requirements .....	15
4.1 Indication .....	15
4.2 Functional requirements.....	16
4.2.1 Clear indication .....	16
4.2.2 Distance range .....	17
4.2.3 Clear perceptibility.....	17
4.2.4 Temperature and humidity dependence of the indication.....	17
4.2.5 Frequency dependence .....	18
4.2.6 Response time.....	18
4.2.7 Power source dependability .....	18
4.2.8 Testing element.....	18
4.2.9 Time rating .....	19
4.3 Electrical requirements .....	19
4.3.1 Insulating material .....	19
4.3.2 Protection against bridging .....	19
4.3.3 Resistance against sparking .....	19
4.3.4 Insulating element of phase comparator as a complete device.....	19
4.3.5 Indicator casing .....	19
4.4 Mechanical requirements .....	20
4.4.1 General .....	20
4.4.2 Design .....	20
4.4.3 Dimensions, construction .....	22
4.4.4 Grip force and deflection .....	23
4.4.5 Vibration resistance .....	23
4.4.6 Drop resistance .....	23
4.4.7 Shock resistance .....	23
4.5 Marking.....	23
4.6 Instructions for use .....	24
4.7 Requirements in the case of reasonably foreseeable misuse during live working.....	24
4.7.1 Voltage selection .....	24
4.7.2 Frequency selection .....	24
4.7.3 Channel selection for wireless connection .....	24
5 Tests .....	24
5.1 General.....	24
5.1.1 Testing provisions .....	24
5.1.2 Atmospheric conditions.....	25
5.1.3 Tests under wet conditions .....	25
5.1.4 Type test .....	25
5.1.5 Test methods.....	26
5.2 Function tests .....	26

5.2.1	Description of the test set-up and general pass criteria.....	26
5.2.2	Clear indication .....	32
5.2.3	Distance range for two-pole phase comparators with wireless connection .....	34
5.2.4	Electromagnetic compatibility (EMC) .....	34
5.2.5	Influence of electric interference fields.....	35
5.2.6	Clear perceptibility.....	37
5.2.7	Frequency dependence .....	45
5.2.8	Response time.....	46
5.2.9	Power source dependability .....	47
5.2.10	Check of testing element .....	47
5.2.11	Time rating of single-pole phase comparator .....	47
5.2.12	Time rating of two-pole wireless phase comparators.....	48
5.3	Dielectric tests .....	48
5.3.1	Insulating material for tubes and rods .....	48
5.3.2	Protection against bridging for indoor/outdoor type phase comparators .....	49
5.3.3	Protection against bridging for outdoor type phase comparator .....	52
5.3.4	Spark resistance.....	54
5.3.5	Leakage current for phase comparator as a complete device.....	56
5.4	Mechanical tests .....	58
5.4.1	Visual and dimensional inspection .....	58
5.4.2	Grip force and deflection for phase comparator as a complete device .....	59
5.4.3	Vibration resistance .....	59
5.4.4	Drop resistance .....	60
5.4.5	Shock resistance .....	61
5.4.6	Climatic resistance .....	61
5.4.7	Durability of markings .....	63
5.5	Test for reasonably foreseeable misuse during live working.....	63
5.5.1	Voltage selection (where relevant).....	63
5.5.2	Frequency selection (where relevant) .....	63
5.5.3	Channel selection for wireless connection (where relevant) .....	63
6	Conformity assessment of phase comparators having completed the production phase .....	64
7	Modifications .....	64
Annex A (normative)	Instructions for use .....	65
Annex B (normative)	Suitable for live working; double triangle (IEC 60417-5216 (2002-10)).....	67
Annex C (normative)	Chronology of type tests .....	68
Annex D (normative)	Classification of defects and tests to be allocated .....	70
Annex E (informative)	Information and guidelines on the use of the limit mark and of a contact electrode extension .....	72
E.1	General.....	72
E.2	Situation when using a phase comparator as a complete device .....	72
E.3	Situation when using a phase comparator as a separate device.....	76
Annex F (informative)	Rationale for the classification of defects.....	78
Annex G (informative)	In-service care .....	80
Bibliography	.....	81

Figure 1 – Illustration of different elements and different principles of functioning of phase comparators .....	21
Figure 2 – Location of allowed conductive parts within the minimum length of the insulating element of a pole of a phase comparator as a complete device.....	22
Figure 3 – Test set-up for clear indication with the ball electrode in front of its ring electrode .....	28
Figure 4 – Test set-up for clear indication with the ball electrode behind its ring electrode .....	29
Figure 5 – Positioning of a pole of the phase comparator in relation to a ball and ring test arrangement.....	31
Figure 6 – Examples of suitable means for ensuring appropriate contact between a contact electrode and the ball electrode.....	31
Figure 7 – Test set-up for clear perceptibility of visual indication .....	38
Figure 8 – Test set-up for measurement of clear perceptibility of visual indication in the case of an indicator unit.....	40
Figure 9 – Test set-up for clear perceptibility of audible indication .....	42
Figure 10 – Test set-up for measurement of clear perceptibility of audible indication in the case of indicator units .....	44
Figure 11 – Test arrangements and dimensions of the bars for protection against bridging .....	49
Figure 12 – Electrical connection of the bars .....	51
Figure 13 – Surface stress test .....	51
Figure 14 – Radial and surface stress test.....	52
Figure 15 – Test arrangement for testing bridging protection of outdoor type phase comparator .....	54
Figure 16 – Arrangement for leakage current test under dry conditions for phase comparator as a complete device.....	57
Figure 17 – Arrangement for leakage current tests under wet conditions for phase comparator as a complete device.....	58
Figure 18 – Test for grip force.....	59
Figure 19 – Drop resistance test – Diagonal position .....	61
Figure 20 – Curve of test cycle for climatic resistance.....	62
Figure E.1 – Insulating element of a pole of a phase comparator as a complete device .....	72
Figure E.2 – Example of positioning of a pole of a phase comparator in contact with a live part without obstacles from other live parts.....	73
Figure E.3 – Example of incorrect positioning of a pole of a phase comparator with the limit mark between two live parts .....	74
Figure E.4 – Usual ways of managing the design or the use of the phase comparator for maintaining the insulation distance between the limit mark and the hand guard .....	75
Figure E.5 – Usual ways of managing the use of the phase comparator as a separate device for assuring the appropriate insulation for the worker.....	77
Table 1 – Climatic condition ranges .....	18
Table 2 – Minimum length of the insulating element ( $L_i$ ) of a phase comparator as a complete device.....	22
Table 3 – Dimensioning of the ball and ring test set-up.....	30
Table 4 – Test series and conditions for clear indication .....	33
Table 5 – Test series and conditions for influence of electric interference fields.....	36

Table 6 – Type of test .....	49
Table 7 – Distance $d_1$ for the bridging test set-up .....	50
Table 8 – Dimensions for the concentric rings and band electrodes .....	52
Table C.1 – Sequential order for performing type tests <sup>a</sup> .....	68
Table C.2 – Type tests out of sequence .....	69
Table D.1 – Classification of defects and associated requirements and tests .....	70
Table E.1 – Recommended minimum lengths from the limit mark to the contact electrode ( $A_i$ ) .....	75
Table F.1 – Rationale for the classification of defects .....	78
Table G.1 – In-service testing .....	80

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

## **LIVE WORKING – PHASE COMPARATORS –**

### **Part 1: Capacitive type to be used for voltages exceeding 1 kV a.c.**

#### 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 61481-1 has been prepared by IEC technical committee 78: Live working.

This first edition, together with the first edition of IEC 61481-2, cancels and replaces the first edition of IEC 61481 published in 2001, Amendment 1:2002 and Amendment 2:2004. This edition constitutes a technical revision.

The major changes are:

- split of the standard in two parts;
- extension of the scope to include two-pole phase comparators operating with a wireless connection up to 245 kV a.c.;
- review of the requirements for indication;
- introduction of a requirement for a new marking “LU” for limited use;
- addition of requirements and tests for two-pole phase comparators operating with a wireless connection;
- clarification of the test procedures in case of additional contact electrodes, accessories and combination of accessories, as well as in case of family of phase comparators;
- addition of requirements and tests for electromagnetic compatibility (EMC);
- clarification of the test provisions for the function tests;
- clarification of the test procedure for clear perceptibility of audible indication;
- preparation of the elements of evaluation of defects, and general application of IEC 61318:2007;
- revision of existing annexes;
- change of existing normative Annex C in two new Annexes D and F giving the classification of defects (normative) and the rationale for the classification of defects (informative);
- deletion of existing Annex D, no longer needed following the specification of IEC 60068-2-75;
- deletion of existing Annex F, not applicable according to IEC 61318:2007;
- addition of a new informative Annex E giving additional information on the use of the limit mark and of a contact electrode extension.

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

FDIS	Report on voting
78/1051/FDIS	78/1087/RVD

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

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

In this standard terms defined in Clause 3 appear in *italics*.

A list of all parts of the IEC 61481 series, published under the general title *Live working – Phase comparators*, can be found on the IEC website.

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

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

**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 International Standard has been prepared in accordance with the requirements of IEC 61477.

Taking into consideration the two different functioning principles of portable *phase comparators* of capacitive type available on the market, the maximum a.c. *nominal voltage* to be associated with each of them has been considered for delimiting the scope of this standard.

The following table presents the rationale for the resulting maximum *nominal voltage* to be associated with each functioning principle of *phase comparator of capacitive type*.

Functioning principle	Maximum nominal voltage kV rms	Rationale
Single-pole <i>phase comparators</i> operating with a memory system	36	<ul style="list-style-type: none"> <li>– With this principle of functioning, the <i>clear indication</i> of the <i>phase comparator</i> is limited by the <i>memory holding time</i>.</li> <li>With higher <i>nominal voltages</i>, the distance between phases of the installation increases and the time necessary to move the pole of the <i>phase comparator</i> between the two parts to be compared becomes the limitation.</li> </ul>
Two-pole <i>phase comparators</i> operating with a wireless connection	245	<ul style="list-style-type: none"> <li>– With this principle of functioning, there is no theoretical limit for the maximum <i>nominal voltage</i>.</li> <li>– The definition of 245 kV corresponds to the present limit of validation of the electric test set-up.</li> </ul>

The product covered by this standard may have an impact on the environment during some or all stages of its life cycle. These impacts can range from slight to significant, be short-term or long-term, and occur at the global, regional or local level.

In terms of environmental improvement, this standard includes neither requirements nor test provisions for the manufacturers of the product nor recommendations to the users of the product. However, all parties intervening in its design, manufacture, packaging, distribution, use, maintenance, repair, reuse, recovery and disposal are invited to take account of environmental considerations.

# LIVE WORKING – PHASE COMPARATORS –

## Part 1: Capacitive type to be used for voltages exceeding 1 kV a.c.

### 1 Scope

This part of IEC 61481 is applicable to portable *phase comparators* of capacitive type to be used on electrical systems for voltages exceeding 1 kV a.c. and frequencies of 50 Hz and/or 60 Hz.

This standard is applicable to:

- single-pole *phase comparators* of capacitive type operating with a memory system up to 36 kV a.c.,
- two-pole *phase comparators* of capacitive type operating with a wireless connection up to 245 kV a.c.

This standard is applicable to *phase comparators* of capacitive type used in contact with the bare conductive parts to be compared:

- 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 standard.

NOTE Some parts such as the *contact electrode* or the *insulating element* of a *phase comparator* as a complete device may be dismantled.

Some restrictions on their use are applicable in the case of factory-assembled switchgear and on overhead systems of electrified railways (see Annex A).

A device that is designed to provide other functions than phase comparison is a different device and is not covered by this standard. For example a device designed to be also used as a voltage detector is not covered by this standard (see Annex A).

Products designed and manufactured according to this standard 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 when otherwise specified, all the voltages defined in this standard refer to phase-to-phase voltages of three-phase systems. In other systems, the applicable phase-to-phase or phase-to-earth (ground) voltages should be used to determine the operating voltage.

### 2 Normative references

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

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

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 60304, *Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires*

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

IEC 60942, *Electroacoustics – Sound calibrators*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61260, *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*

ISO 354, *Acoustics – Measurement of sound absorption in a reverberation room*

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*

ISO 3745, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for anechoic and hemi-anechoic rooms*

CIE 15, *Colorimetry*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	86
INTRODUCTION .....	89
1 Domaine d'application .....	90
2 Références normatives .....	90
3 Termes et définitions .....	92
4 Exigences.....	96
4.1 Indication .....	96
4.2 Exigences fonctionnelles.....	96
4.2.1 Indication indiscutable .....	96
4.2.2 Portée de communication .....	97
4.2.3 Perceptibilité indiscutable .....	98
4.2.4 Influence de la température et de l'humidité sur l'indication .....	98
4.2.5 Influence de la fréquence .....	98
4.2.6 Temps de réponse .....	99
4.2.7 Sécurité sur l'état de fonctionnement de l'alimentation.....	99
4.2.8 Dispositif de contrôle .....	99
4.2.9 Temps de fonctionnement.....	99
4.3 Exigences électriques .....	99
4.3.1 Matériau isolant.....	99
4.3.2 Protection contre le contournement .....	100
4.3.3 Résistance à l'amorçage.....	100
4.3.4 Élément isolant d'un comparateur de phase en dispositif complet.....	100
4.3.5 Boîtier de l'indicateur .....	100
4.4 Exigences mécaniques .....	100
4.4.1 Généralités .....	100
4.4.2 Conception .....	100
4.4.3 Dimensions, construction.....	102
4.4.4 Force de préhension et flèche.....	103
4.4.5 Résistance aux vibrations .....	103
4.4.6 Résistance aux chutes.....	104
4.4.7 Résistance aux chocs .....	104
4.5 Marquage .....	104
4.6 Instructions d'emploi.....	104
4.7 Exigences en cas de mauvais usage raisonnablement prévisible pendant les travaux sous tension .....	105
4.7.1 Sélection de la tension .....	105
4.7.2 Sélection de la fréquence .....	105
4.7.3 Sélection du canal en cas de liaison sans fil .....	105
5 Essais .....	105
5.1 Généralités .....	105
5.1.1 Dispositions d'essai.....	105
5.1.2 Conditions atmosphériques.....	105
5.1.3 Essais sous pluie.....	105
5.1.4 Essai de type.....	106
5.1.5 Méthodes d'essai.....	107
5.2 Essais de fonctionnement .....	107

5.2.1	Description des montages d'essai et critères généraux de réussite.....	107
5.2.2	Indication indiscutable .....	113
5.2.3	Portée de communication dans le cas de comparateurs de phase bipolaires avec liaison sans fil .....	115
5.2.4	Compatibilité électromagnétique (CEM) .....	115
5.2.5	Influence des champs électriques perturbateurs .....	116
5.2.6	Perceptibilité indiscutable .....	118
5.2.7	Influence de la fréquence .....	126
5.2.8	Temps de réponse .....	127
5.2.9	Sûreté de fonctionnement de l'alimentation.....	128
5.2.10	Vérification du dispositif de contrôle .....	128
5.2.11	Temps de fonctionnement du comparateur de phase unipolaire.....	128
5.2.12	Temps de fonctionnement du comparateur de phase bipolaire avec liaison sans fil.....	129
5.3	Essais diélectriques .....	129
5.3.1	Matériaux isolants des tubes et des tiges .....	129
5.3.2	Protection contre le contournement pour un comparateur de phase de type intérieur/extérieur.....	130
5.3.3	Protection contre le contournement pour un comparateur de phase de type extérieur .....	134
5.3.4	Résistance à l'amorçage.....	135
5.3.5	Courant de fuite dans le cas d'un comparateur de phase en dispositif complet.....	137
5.4	Essais mécaniques .....	140
5.4.1	Contrôle visuel et dimensionnel .....	140
5.4.2	Force de préhension et flèche dans le cas d'un comparateur de phase en dispositif complet.....	140
5.4.3	Résistance aux vibrations .....	141
5.4.4	Résistance aux chutes.....	141
5.4.5	Résistance aux chocs .....	142
5.4.6	Résistance climatique.....	143
5.4.7	Durabilité des marquages .....	144
5.5	Essai pour un mauvais usage raisonnablement prévisible pendant les travaux sous tension .....	144
5.5.1	Sélection de la tension (le cas échéant).....	144
5.5.2	Sélection de la fréquence (le cas échéant) .....	145
5.5.3	Sélection du canal en cas de liaison sans fil (le cas échéant) .....	145
6	Evaluation de la conformité des comparateurs de phase issus de la production.....	145
7	Modifications .....	145
	Annexe A (normative) Instructions d'emploi .....	146
	Annexe B (normative) Approprié aux travaux sous tension; double triangle (IEC-60417-5216 (2002-10)).....	148
	Annexe C (normative) Ordre chronologique des essais de type.....	149
	Annexe D (normative) Classification des défauts et essais associés .....	151
	Annexe E (informative) Information et guide concernant l'utilisation de la marque limite et d'une allonge d'électrode de contact.....	153
E.1	Généralités .....	153
E.2	Situation lors de l'utilisation d'un comparateur de phase en dispositif complet.....	153
E.3	Situation lors de l'utilisation d'un comparateur de phase en dispositif séparé.....	157

Annexe F (informative) Justifications de la classification des défauts .....	159
Annexe G (informative) Précautions d'emploi.....	161
Bibliographie.....	163
Figure 1 – Illustration de différents éléments et de différents principes de fonctionnement des comparateurs de phase .....	101
Figure 2 – Emplacement des parties conductrices permises à l'intérieur de la longueur minimale de l'élément isolant d'une perche de comparaison d'un comparateur de phase en dispositif complet.....	103
Figure 3 – Montage d'essai pour l'indication indiscutable avec l'électrode boule devant son électrode en anneau.....	109
Figure 4 – Montage d'essai pour l'indication indiscutable avec l'électrode boule derrière son électrode en anneau .....	110
Figure 5 – Positionnement d'une perche de comparaison d'un comparateur de phase relativement à un assemblage boule-anneau .....	112
Figure 6 – Exemples de moyens adéquats pour assurer un bon contact entre une électrode de contact et l'électrode boule .....	112
Figure 7 – Montage d'essai de la perceptibilité indiscutable de l'indication visuelle.....	119
Figure 8 – Montage d'essai de la perceptibilité indiscutable de l'indication visuelle dans le cas d'un module indicateur .....	121
Figure 9 – Montage d'essai de la perceptibilité indiscutable de l'indication sonore .....	123
Figure 10 – Montage d'essai pour la mesure de la perceptibilité indiscutable de l'indication sonore pour les modules indicateur .....	125
Figure 11 – Assemblages d'essai et dimensions des barres pour la protection contre le contournement.....	131
Figure 12 – Raccordement électrique des barres .....	132
Figure 13 – Essai de contrainte longitudinale.....	133
Figure 14 – Essai de contraintes longitudinale et transversale .....	133
Figure 15 – Assemblage d'essai pour l'essai de protection contre le contournement d'un comparateur de phase de type extérieur.....	135
Figure 16 – Assemblage pour l'essai de courant de fuite sous conditions sèches du comparateur de phase en dispositif complet .....	138
Figure 17 – Assemblage pour les essais de courant de fuite sous conditions humides du comparateur de phase en dispositif complet.....	139
Figure 18 – Essai pour la force de préhension .....	140
Figure 19 – Essai de résistance aux chutes – Position diagonale.....	142
Figure 20 – Courbe du cycle d'essai pour la résistance climatique.....	143
Figure E.1 – Élément isolant d'une perche de comparaison d'un comparateur de phase en dispositif complet .....	153
Figure E.2 – Exemple du positionnement d'une perche de comparaison d'un comparateur de phase en contact avec une pièce sous tension sans obstacles formés par d'autres pièces sous tension.....	154
Figure E.3 – Exemple du positionnement incorrect d'une perche de comparaison d'un comparateur de phase avec la marque limite entre deux pièces sous tension .....	155
Figure E.4 – Façons habituelles de tirer parti de la conception ou de l'utilisation du comparateur de phase pour maintenir la distance d'isolation entre la marque limite et le garde-main.....	156
Figure E.5 – Façons habituelles d'utiliser un comparateur de phase en dispositif séparé de façon à assurer l'isolation adéquate du travailleur .....	158

Tableau 1 – Plages de conditions climatiques .....	98
Tableau 2 – Longueur minimale de l'élément isolant ( $L_i$ ) d'un comparateur de phase en dispositif complet .....	102
Tableau 3 – Dimensions du montage d'essai boule-anneau .....	111
Tableau 4 – Séries d'essai et conditions pour une indication indiscutable .....	114
Tableau 5 – Séries d'essais et conditions pour l'influence des champs électriques perturbateurs .....	117
Tableau 6 – Montage d'essai et type d'essai .....	130
Tableau 7 – Distance $d_1$ pour le montage d'essai de contournement .....	132
Tableau 8 – Dimensions des anneaux concentriques et des électrodes-rubans .....	134
Tableau C.1 – Ordre séquentiel pour effectuer les essais de type <sup>a</sup> .....	149
Tableau C.2 – Essais de type hors séquence .....	150
Tableau D.1 – Classification des défauts et exigences et essais associés .....	151
Tableau E.1 – Longueurs minimales recommandées de la marque limite à l'électrode de contact ( $A_i$ ) .....	156
Tableau F.1 – Justification pour la classification des défauts .....	159
Tableau G.1 – Essai en service .....	161

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## TRAVAUX SOUS TENSION – COMPARATEURS DE PHASE –

### 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 61481-1 a été établie par le comité d'études 78 de l'IEC: Travaux sous tension.

Cette première édition, avec la première édition de l'IEC 61481-2, annule et remplace la première édition de l'IEC 61481 parue en 2001, l'Amendement 1:2002 et l'Amendement 2:2004. Cette édition constitue une révision technique.



Les modifications majeures sont:

- la division de la norme en deux parties;
- l'extension du domaine d'application permettant de couvrir les comparateurs de phase bipolaires fonctionnant avec une liaison sans fil jusqu'à des tensions alternatives de 245 kV;
- la révision des exigences relatives à l'indication;
- l'introduction d'une exigence relative à un nouveau marquage "LU" pour une utilisation limitée;
- l'ajout d'exigences et d'essais pour les comparateurs de phase bipolaires fonctionnant avec une liaison sans fil;
- la clarification des procédures d'essai pour les électrodes de contact supplémentaires, les accessoires et leur combinaison, ainsi que dans le cas d'une famille de comparateurs de phase;
- l'ajout d'exigences et d'essais relatifs à la compatibilité électromagnétique (CEM);
- la clarification des dispositions d'essais pour les essais de fonctionnement;
- la clarification de la procédure d'essai de perceptibilité indiscutable des indications sonores;
- la préparation des éléments d'évaluation des défauts et application générale de la IEC 61318:2007;
- la révision des annexes existantes;
- le remplacement de l'Annexe C normative existante par deux nouvelles Annexes D et F présentant la classification des défauts (normative) et les justifications ayant conduit à la classification des défauts (informative);
- la suppression de l'Annexe D existante qui n'est plus nécessaire, suite à la spécification de l'IEC 60068-2-75;
- la suppression de l'Annexe F existante qui n'est plus applicable, conformément à l'IEC 61318:2007;
- l'ajout d'une nouvelle Annexe E informative présentant des informations supplémentaires concernant l'utilisation de la marque limite et d'une allonge d'électrode de contact.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
78/1051/FDIS	78/1087/RVD

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

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

Dans cette norme, les termes définis dans l'Article 3 apparaissent en *italiques*.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61481, publiée sous le titre général *Travaux sous tension – Comparateurs de phase*, figure sur le site web de l'IEC.

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

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

**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

La présente Norme Internationale a été établie en conformité avec les exigences de l'IEC 61477.

En tenant compte des deux principes de fonctionnement différents des *comparateurs de phase* portatifs de type capacitif disponibles sur le marché, les valeurs maximales des *tensions nominales* alternatives qui doivent être associées à chacun ont été prises en compte afin de définir les limites du domaine d'application de la présente norme.

Le tableau qui suit présente les justifications ayant conduit à l'association d'une *tension nominale* maximale à chaque principe de fonctionnement de *comparateur de phase de type capacitif*.

Principe de fonctionnement	Tension nominale maximale kV efficace	Justification
<i>Comparateurs de phase</i> unipolaires fonctionnant avec un système de mémoire	36	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Selon ce principe de fonctionnement, l'<i>indication indiscutable</i> du <i>comparateur de phase</i> est limitée par la durée de maintien de la mémoire.</li> <li>A des <i>tensions nominales</i> plus élevées, la distance entre les phases de l'installation augmente et le temps nécessaire pour déplacer la perche de comparaison du <i>comparateur de phase</i> entre les deux parties de l'installation à comparer devient la limite.</li> </ul>
<i>Comparateurs de phase</i> bipolaires fonctionnant avec une liaison sans fil	245	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Avec ce principe de fonctionnement, il n'y a pas de limite théorique à la <i>tension nominale</i> maximale.</li> <li>– Le choix de 245 kV correspond à la limite actuelle de validation des montages d'essai électrique.</li> </ul>

Pendant certaines ou pendant toutes les étapes de son cycle de vie, le produit couvert par la présente norme peut avoir un impact sur l'environnement. Ces impacts peuvent aller de légers à importants, être à court ou long terme, et se produire à un niveau local, régional ou global.

En ce qui concerne l'amélioration de l'environnement, la présente norme ne contient ni exigences ni dispositions d'essai s'adressant aux fabricants, ni recommandations s'adressant aux utilisateurs du produit. Cependant, tous les intervenants dans sa conception, sa fabrication, son emballage, sa distribution, son utilisation, sa maintenance, sa réparation, sa réutilisation, sa récupération et sa mise au rebut sont invités à prendre en compte les éléments environnementaux.

## TRAVAUX SOUS TENSION – COMPARATEURS DE PHASE –

### 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 61481 est applicable aux *comparateurs de phase* portatifs de type capacitif pour une utilisation sur des installations électriques à des tensions alternatives supérieures à 1 kV et à des fréquences de 50 Hz et/ou 60 Hz.

La présente norme est applicable aux

- *comparateurs de phase* unipolaires de type capacitif fonctionnant avec un système de mémoire, jusqu'à une tension alternative de 36 kV,
- *comparateurs de phase* bipolaires de type capacitif fonctionnant avec une liaison sans fil, jusqu'à une tension alternative de 245 kV.

La présente norme est applicable aux *comparateurs de phase* de type capacitif utilisés au contact avec les parties nues conductrices à comparer:

- en dispositif complet incluant son *élément isolant* ou
- en dispositif séparé adaptable sur une *perche isolante* qui, en tant qu'outil séparé, n'est pas couverte par la présente norme

NOTE Des parties telles que l'*électrode de contact* ou l'*élément isolant* d'un *comparateur de phase en dispositif complet* peuvent être démontées.

Quelques restrictions sur leur utilisation sont applicables en cas d'appareillage de connexion assemblé en usine et sur les réseaux aériens des voies ferrées électrifiées (voir Annexe A).

Un dispositif conçu pour réaliser d'autres fonctions que la comparaison de phase est un dispositif différent et n'est pas couvert par la présente norme. Par exemple, un dispositif conçu pour être aussi utilisé comme détecteur de tension n'est pas couvert par la présente norme (voir Annexe A).

Les produits conçus et fabriqués en conformité avec la présente norme contribuent à la sécurité des utilisateurs, pourvu qu'ils soient utilisés par des personnes formées pour réaliser le travail, conformément à la méthode de travail à distance et en respectant les instructions d'emploi.

Sauf autrement spécifié, toutes les tensions définies dans la présente norme se réfèrent aux valeurs de tensions entre phases des réseaux triphasés. Sur les autres réseaux, il convient que la tension applicable entre phases ou entre phase et terre soit utilisée pour déterminer la tension de service.

#### 2 Références normatives

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

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

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 aux marteaux*

IEC 60304, *Couleurs de référence de l'enveloppe isolante pour câbles et fils pour basses fréquences*

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

IEC 60942, *Electroacoustique – Calibrateurs acoustiques*

IEC 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61260, *Electroacoustique – Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave*

IEC 61318, *Travaux sous tension – Evaluation 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, *Electroacoustique – Sonomètres – Partie 1: Spécifications*

ISO 354, *Acoustique – Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante*

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*

ISO 3745, *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 de laboratoire pour les salles anéchoïques et les salles semi-anéchoïques*

CIE 15, *Colorimétrie*