



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Insulated bushings for alternating voltages above 1 000 V

Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.080.20

ISBN 978-2-8322-4417-3

**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.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	12
4 Ratings.....	18
4.1 Rated highest voltage for equipment (U_m)	18
4.2 Rated current (I_r)	18
4.3 Rated thermal short-time current (I_{th})	18
4.4 Rated dynamic current (I_d)	19
4.5 Minimum withstand values of cantilever load.....	19
4.6 Angle of mounting.....	20
4.7 Minimum nominal creepage distance	20
4.8 Temperature limits and temperature rise.....	20
4.9 Insulation levels.....	20
4.10 Test tap on transformer bushings.....	23
5 Operating conditions.....	23
5.1 Temporary overvoltages.....	23
5.2 Altitude	24
5.3 Temperature of ambient air and immersion media.....	25
5.4 Seismic conditions	25
5.5 Very fast transients (VFT)	26
5.6 Transformer insulating liquid.....	26
6 Ordering information and markings	26
6.1 Enumeration of characteristics	26
6.1.1 General	26
6.1.2 Application.....	26
6.1.3 Classification of bushings	26
6.1.4 Ratings	26
6.1.5 Operating conditions.....	27
6.1.6 Design	27
6.2 Markings.....	28
7 Test requirements.....	29
7.1 General requirements	29
7.2 Test classification	30
7.2.1 General	30
7.2.2 Type tests.....	30
7.2.3 Routine tests	31
7.2.4 Special tests.....	32
7.3 Condition of bushings during dielectric and thermal tests.....	32
8 Type tests	34
8.1 General.....	34
8.2 Dry or wet power-frequency voltage withstand test.....	34
8.2.1 Applicability	34
8.2.2 Test method and requirements	34

8.2.3	Acceptance.....	34
8.3	Long duration power-frequency voltage withstand test (ACLD).....	34
8.3.1	Applicability.....	34
8.3.2	Test method and requirements.....	34
8.3.3	Acceptance.....	35
8.4	Dry lightning impulse voltage withstand test.....	35
8.4.1	Applicability.....	35
8.4.2	Test method and requirements.....	35
8.4.3	Acceptance.....	36
8.5	Dry or wet switching impulse voltage withstand test.....	36
8.5.1	Applicability.....	36
8.5.2	Test method and requirements.....	36
8.5.3	Acceptance.....	37
8.6	Thermal stability test.....	37
8.6.1	Applicability.....	37
8.6.2	Test method and requirements.....	38
8.6.3	Acceptance.....	38
8.7	Electromagnetic compatibility tests (EMC).....	38
8.7.1	Emission test.....	38
8.7.2	Immunity test.....	40
8.8	Temperature rise test.....	40
8.8.1	Applicability.....	40
8.8.2	Test method and requirements.....	40
8.8.3	Acceptance.....	41
8.9	Verification of thermal short-time current withstand.....	41
8.9.1	Applicability.....	41
8.9.2	Verification method and requirements.....	41
8.9.3	Acceptance.....	42
8.10	Cantilever load withstand test.....	42
8.10.1	Applicability.....	42
8.10.2	Test method and requirements.....	42
8.10.3	Acceptance.....	43
8.11	Tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings.....	43
8.11.1	Applicability.....	43
8.11.2	Test method and requirements.....	43
8.11.3	Acceptance.....	44
8.12	Internal pressure test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings.....	44
8.12.1	Applicability.....	44
8.12.2	Test method and requirements.....	44
8.12.3	Acceptance.....	44
8.13	External pressure test on partly or completely gas-immersed bushings.....	44
8.13.1	Applicability.....	44
8.13.2	Test method and requirements.....	44
8.13.3	Acceptance.....	44
8.14	Verification of dimensions.....	44
8.14.1	Applicability.....	44
8.14.2	Acceptance.....	45
9	Routine tests.....	45

9.1	General.....	45
9.2	Measurement of dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) and capacitance at ambient temperature	45
9.2.1	Applicability	45
9.2.2	Test method and requirements	45
9.2.3	Acceptance.....	45
9.3	Dry lightning impulse voltage withstand test.....	46
9.3.1	Applicability	46
9.3.2	Test method and requirements	46
9.3.3	Acceptance.....	46
9.4	Dry power-frequency voltage withstand test	46
9.4.1	Applicability	46
9.4.2	Test method and requirements	47
9.4.3	Acceptance.....	47
9.5	Measurement of partial discharge quantity	47
9.5.1	Applicability	47
9.5.2	Test method and requirements	47
9.5.3	Acceptance.....	47
9.6	Tests of tap insulation.....	48
9.6.1	Applicability and test requirements	48
9.6.2	Acceptance.....	48
9.7	Internal pressure test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings	49
9.7.1	Applicability	49
9.7.2	Test method and requirements	49
9.7.3	Acceptance.....	49
9.8	Tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings	49
9.8.1	Applicability	49
9.8.2	Test method and requirements	49
9.8.3	Acceptance.....	49
9.9	Tightness test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings	49
9.9.1	Applicability	49
9.9.2	Test method and requirements	50
9.9.3	Acceptance.....	50
9.10	Tightness test at the flange or other fixing device	50
9.10.1	Applicability	50
9.10.2	Test method and requirements	50
9.10.3	Acceptance.....	51
9.11	Visual inspection and dimensional check	51
9.11.1	Applicability	51
9.11.2	Acceptance.....	51
10	Requirements and tests for non-capacitance graded bushings of rated highest voltages for equipment up to and including 52 kV	51
10.1	General.....	51
10.2	Temperature requirements.....	51
10.3	Level of immersion medium.....	51
10.4	Markings	51
10.5	Test requirements.....	52
10.5.1	General	52

10.5.2	Type tests.....	52
10.5.3	Routine tests	52
11	Recommendations for transport, storage, erection, operation and maintenance	53
11.1	General.....	53
11.2	Conditions during transport, storage and installation	53
11.3	Installation	53
11.4	Unpacking and lifting	53
11.5	Assembly	54
11.5.1	General	54
11.5.2	Mounting	54
11.5.3	Connections	54
11.5.4	Final installation inspection.....	54
11.6	Operation.....	55
11.7	Maintenance	55
11.7.1	General	55
11.7.2	Recommendation for the manufacturer	55
11.7.3	Recommendations for the user	56
11.7.4	Failure report.....	56
12	Safety.....	57
12.1	General.....	57
12.2	Electrical aspects.....	57
12.3	Mechanical aspects	57
12.4	Thermal aspects	58
13	Environmental aspects	58
	Annex A (informative) Determination of the hottest spot in bushings with conductors embedded in the insulation material.....	59
	Bibliography.....	60
	Figure 1 – Factor m on the co-ordination switching impulse withstand voltage.....	24
	Figure 2 – Marking plate for bushings for rated highest voltage for equipment (U_m) greater than 100 kV	29
	Figure 3 – Marking plate for bushings for rated highest voltage for equipment (U_m) equal to or less than 100 kV, except for bushings for which Figure 4 is applicable	29
	Figure 4 – Marking plate for bushings for rated highest voltage for equipment (U_m) equal to or less than 52 kV made of ceramic, glass or inorganic materials, resin or combined insulation (see 10.3)	29
	Figure 5 – Voltage profile for long duration test.....	35
	Table 1 – Minimum values of cantilever withstand load (see 4.5 and 8.10).....	19
	Table 2 – Maximum values of temperature and temperature rise above ambient air (see 4.8)	21
	Table 3 – Insulation levels for highest voltage for equipment (U_m) (see 4.9, 8.2, 8.4, 8.5, 9.3 and 9.4)	22
	Table 4 – Temperature of ambient air and immersion media	25
	Table 5 – Applicability of type tests (see 7.2.2, excluding bushings according to Clause 10)	31
	Table 6 – Applicability of routine tests (see 7.2.3, excluding bushings according to Clause 10)	32

Table 7 – Correction of test voltages (see 7.3).....	33
Table 8 – Maximum values of $\tan \delta$ and $\tan \delta$ increase (see 9.2)	46
Table 9 – Maximum values of partial discharge quantity (see 8.3 and 9.5)	48
Table 10 – Applicability of type tests for bushings according to Clause 10 (see 10.5.1).....	52
Table 11 – Applicability of routine tests for bushings according to Clause 10 (see 10.5.3).....	53

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSULATED BUSHINGS FOR ALTERNATING VOLTAGES ABOVE 1 000 V

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 60137 has been prepared by sub-committee 36A: Insulated bushings, of IEC technical committee 36: Insulators.

This seventh edition cancels and replaces the sixth edition, published in 2008, and constitutes a technical revision.

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

- Resin-impregnated synthetic (RIS) bushings has been introduced.
- Bushings with $U_m \leq 1,1$ kV, $U_m = 1\ 100$ kV and $U_m = 1\ 200$ kV have been introduced.
- Temperature rise testing has been included for liquid-insulated bushings according to clause to 3.4.
- Introducing dry lightning impulse testing as a routine test for all transformer bushings with $U_m > 72,5$ kV.
- The altitude correction procedure has been revised ($> 1\ 000$ m).

- An explanation about Very Fast Transient (VFT) phenomenon and its impact on bushings has been included.

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

FDIS	Report on voting
36A/187/FDIS	36A/189/RVD

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

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

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.

The contents of the corrigendum of May 2018 have been included in this copy.

INTRODUCTION

In the preparation of the current edition of this standard further consideration has been given to the test requirements for power transformers as described in IEC 60076-3:2013.

INSULATED BUSHINGS FOR ALTERNATING VOLTAGES ABOVE 1 000 V

1 Scope

This International Standard specifies the characteristics and tests for insulated bushings.

This standard is applicable to bushings, as defined in Clause 3, intended for use in electrical apparatus, machinery, transformers, switchgear and installations for three-phase alternating current systems, having highest voltage for equipment above 1 000 V and power frequencies of 15 Hz up to and including 60 Hz.

Subject to special agreement between purchaser and supplier, this standard may be applied, in part or as a whole, to the following:

- bushings used in other than three-phase systems;
- bushings for high-voltage direct current systems;
- bushings for testing transformers;
- bushings for capacitors.

Special requirements and tests for transformer bushings in this standard apply also to reactor bushings.

This standard is applicable to bushings made and sold separately. Bushings which are a part of an apparatus and which cannot be tested according to this standard should be tested with the apparatus of which they form part.

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 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-212:2010, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 212: Electrical insulating solids, liquids and gases*

IEC 60059, *IEC standard current ratings*

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-2-17:1994, *Basic environmental testing procedures – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

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

IEC 60076-5, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit*

IEC 60076-7, *Power transformers – Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers*

IEC 60216-2, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria*

IEC 60270, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

IEC 60376, *Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF₆) for use in electrical equipment*

IEC 60422, *Mineral insulating oils in electrical equipment – Supervision and maintenance guidance*

IEC 60480, *Guidelines for the checking and treatment of sulfur hexafluoride (SF₆) taken from electrical equipment and specification for its re-use*

IEC 60505, *Evaluation and qualification of electrical insulation systems*

IEC TS 60815-1, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles*

IEC TS 60815-2, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems*

IEC TS 60815-3, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 3: Polymer insulators for a.c. systems*

IEC 61099, *Insulating liquids – Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes*

IEC 61462, *Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations*

IEC TS 61463, *Bushings – Seismic qualification*

IEC 62155:2003, *Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V*

IEC 62217, *Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use – General definitions, test methods and acceptance criteria*

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

IEC Guide 109, *Environmental aspects – Inclusion in electrotechnical product standards*

CISPR 16-1 (all parts), *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*

CISPR 18-2, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Parts 2: Methods of measurement and procedure for determining limits*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	67
INTRODUCTION	69
1 Domaine d'application	70
2 Références normatives	70
3 Termes et définitions	72
4 Caractéristiques assignées	78
4.1 Tension assignée la plus élevée pour le matériel (U_m)	78
4.2 Courant assigné (I_r)	78
4.3 Courant thermique de courte durée assigné (I_{th})	79
4.4 Courant dynamique assigné (I_d)	79
4.5 Valeurs minimales de la tenue à la charge de flexion	79
4.6 Angle de montage	80
4.7 Ligne de fuite nominale minimale	81
4.8 Limites de température et échauffement	81
4.9 Niveaux d'isolement	81
4.10 Prise de mesure des traversées de transformateurs	84
5 Conditions de service	84
5.1 Surtensions temporaires	84
5.2 Altitude	85
5.3 Température de l'air ambiant et des milieux d'immersion	86
5.4 Conditions sismiques	87
5.5 Transitoires très rapides (VFT – very fast transients)	87
5.6 Liquide isolant pour transformateurs	88
6 Renseignements à fournir lors de la commande et marques d'identification	88
6.1 Énumération des caractéristiques	88
6.1.1 Généralités	88
6.1.2 Utilisation	88
6.1.3 Classification des traversées	88
6.1.4 Caractéristiques assignées	88
6.1.5 Conditions de service	89
6.1.6 Conception	89
6.2 Marques d'identification	90
7 Exigences d'essai	91
7.1 Exigences générales	91
7.2 Classification des essais	92
7.2.1 Généralités	92
7.2.2 Essais de type	92
7.2.3 Essais individuels de série	93
7.2.4 Essais spéciaux	94
7.3 État des traversées lors des essais diélectriques et thermiques	94
8 Essais de type	96
8.1 Généralités	96
8.2 Essai de tenue en tension à fréquence industrielle à sec ou sous pluie	96
8.2.1 Applicabilité	96
8.2.2 Méthode d'essai et exigences	96

8.2.3	Acceptation	97
8.3	Essai de tenue en tension à fréquence industrielle de longue durée (ACLD)	97
8.3.1	Applicabilité	97
8.3.2	Méthode d'essai et exigences	97
8.3.3	Acceptation	97
8.4	Essai de tenue en tension de chocs de foudre à sec	98
8.4.1	Applicabilité	98
8.4.2	Méthode d'essai et exigences	98
8.4.3	Acceptation	98
8.5	Essai de tenue en tension de chocs de manœuvre à sec ou sous pluie	99
8.5.1	Applicabilité	99
8.5.2	Méthode d'essai et exigences	99
8.5.3	Acceptation	100
8.6	Essai de stabilité thermique	100
8.6.1	Applicabilité	100
8.6.2	Méthode d'essai et exigences	100
8.6.3	Acceptation	101
8.7	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	101
8.7.1	Essai d'émission	101
8.7.2	Essai d'immunité	103
8.8	Essai d'échauffement	103
8.8.1	Applicabilité	103
8.8.2	Méthode d'essai et exigences	103
8.8.3	Acceptation	104
8.9	Vérification de la tenue au courant thermique de courte durée	104
8.9.1	Applicabilité	104
8.9.2	Méthode de vérification et exigences	104
8.9.3	Acceptation	105
8.10	Essai de tenue à la charge de flexion	105
8.10.1	Applicabilité	105
8.10.2	Méthode d'essai et exigences	106
8.10.3	Acceptation	106
8.11	Essai d'étanchéité sur des traversées à remplissage de liquide, à remplissage de mélange et à isolation liquide	106
8.11.1	Applicabilité	106
8.11.2	Méthode d'essai et exigences	107
8.11.3	Acceptation	107
8.12	Essai de pression interne des traversées à remplissage de gaz, à isolation gazeuse et à imprégnation gazeuse	107
8.12.1	Applicabilité	107
8.12.2	Méthode d'essai et exigences	107
8.12.3	Acceptation	107
8.13	Essai de pression externe des traversées immergées partiellement ou totalement dans un gaz	107
8.13.1	Applicabilité	107
8.13.2	Méthode d'essai et exigences	108
8.13.3	Acceptation	108
8.14	Vérification des dimensions	108
8.14.1	Applicabilité	108
8.14.2	Acceptation	108

9	Essais individuels de série	108
9.1	Généralités	108
9.2	Mesurage du facteur de dissipation diélectrique ($\tan \delta$) et de la capacité à la température ambiante	108
9.2.1	Applicabilité	108
9.2.2	Méthode d'essai et exigences	108
9.2.3	Acceptation	109
9.3	Essai de tenue en tension de chocs de foudre à sec	109
9.3.1	Applicabilité	109
9.3.2	Méthode d'essai et exigences	109
9.3.3	Acceptation	110
9.4	Essai de tenue en tension à fréquence industrielle à sec	110
9.4.1	Applicabilité	110
9.4.2	Méthode d'essai et exigences	110
9.4.3	Acceptation	110
9.5	Mesurage de l'intensité des décharges partielles	110
9.5.1	Applicabilité	110
9.5.2	Méthode d'essai et exigences	110
9.5.3	Acceptation	111
9.6	Essais d'isolation des prises	112
9.6.1	Applicabilité et exigences d'essai	112
9.6.2	Acceptation	112
9.7	Essai de pression interne des traversées à remplissage de gaz, à isolation gazeuse et à imprégnation gazeuse	112
9.7.1	Applicabilité	112
9.7.2	Méthode d'essai et exigences	112
9.7.3	Acceptation	112
9.8	Essai d'étanchéité sur des traversées à remplissage de liquide, à remplissage de mélange et à isolation liquide	112
9.8.1	Applicabilité	112
9.8.2	Méthode d'essai et exigences	113
9.8.3	Acceptation	113
9.9	Essai d'étanchéité des traversées à remplissage de gaz, à isolation gazeuse et à imprégnation gazeuse	113
9.9.1	Applicabilité	113
9.9.2	Méthode d'essai et exigences	113
9.9.3	Acceptation	113
9.10	Essai d'étanchéité de la bride ou autre dispositif de fixation	114
9.10.1	Applicabilité	114
9.10.2	Méthode d'essai et exigences	114
9.10.3	Acceptation	114
9.11	Examen visuel et vérification des dimensions	115
9.11.1	Applicabilité	115
9.11.2	Acceptation	115
10	Exigences et essais des traversées à répartition non capacitive avec des tensions assignées les plus élevées pour le matériel jusqu'à et y compris 52 kV	115
10.1	Généralités	115
10.2	Exigences relatives à la température	115
10.3	Niveau du milieu d'immersion	115
10.4	Marques d'identification	115

10.5	Exigences d'essai	116
10.5.1	Généralités	116
10.5.2	Essais de type	116
10.5.3	Essais individuels de série.....	116
11	Recommandations pour le transport, le stockage, le montage, l'exploitation et la maintenance	117
11.1	Généralités	117
11.2	Conditions applicables au transport, au stockage et à l'installation	117
11.3	Installation	117
11.4	Déballage et levage	118
11.5	Assemblage	118
11.5.1	Généralités	118
11.5.2	Montage	118
11.5.3	Connexions	118
11.5.4	Inspection finale de l'installation	118
11.6	Exploitation	119
11.7	Maintenance	119
11.7.1	Généralités	119
11.7.2	Recommandations au fabricant.....	119
11.7.3	Recommandations à l'utilisateur	120
11.7.4	Compte-rendu de panne	120
12	Sécurité.....	122
12.1	Généralités	122
12.2	Aspects électriques.....	122
12.3	Aspects mécaniques	122
12.4	Aspects thermiques	122
13	Aspects liés à l'environnement	122
Annexe A (informative) Détermination du point le plus chaud dans les traversées dont les conducteurs sont enrobés dans le matériau d'isolation		123
Bibliographie.....		124
Figure 1 – Facteur m de la tension de tenue aux chocs de manœuvre de coordination.....		86
Figure 2 – Plaque d'identification pour les traversées de tension assignée la plus élevée pour le matériel (U_m) supérieure à 100 kV.....		91
Figure 3 – Plaque d'identification pour les traversées de tension assignée la plus élevée pour le matériel (U_m) inférieure ou égale à 100 kV, à l'exception des traversées auxquelles s'applique la Figure 4		91
Figure 4 – Plaque d'identification pour les traversées de tension assignée la plus élevée pour le matériel (U_m) inférieure ou égale à 52 kV constituées de céramique, de verre ou de matériaux inorganiques, de résine ou d'une isolation combinée (voir 10.3).....		91
Figure 5 – Profil de tension pour l'essai de longue durée		97
Tableau 1 – Valeurs minimales de la tenue à la charge de flexion (voir 4.5 et 8.10).....		80
Tableau 2 – Valeurs maximales de la température et de l'échauffement au-dessus de la température de l'air ambiant (voir 4.8).....		82
Tableau 3 – Niveaux d'isolement pour la tension la plus élevée pour le matériel (U_m) (voir 4.9, 8.2, 8.4, 8.5, 9.3 et 9.4).....		83
Tableau 4 – Température de l'air ambiant et des milieux d'immersion		87

Tableau 5 – Applicabilité des essais de type (voir 7.2.2, à l'exception des traversées conformes à l'Article 10)	93
Tableau 6 – Applicabilité des essais individuels de série (voir 7.2.3, à l'exception des traversées conformes à l'Article 10)	94
Tableau 7 – Correction des tensions d'essai (voir 7.3)	96
Tableau 8 – Valeurs maximales de $\tan \delta$ et de l'accroissement de $\tan \delta$ (voir 9.2)	109
Tableau 9 – Valeurs maximales de l'intensité des décharges partielles (voir 8.3 et 9.5)	111
Tableau 10 – Applicabilité des essais de type pour les traversées conformes à l'Article 10 (voir 10.5.1)	116
Tableau 11 – Applicabilité des essais individuels de série pour les traversées conformes à l'Article 10 (voir 10.5.3)	117

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVERSÉES ISOLÉES POUR TENSIONS ALTERNATIVES SUPÉRIEURES À 1 000 V

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60137 a été établie par le sous-comité 36A: Traversées isolées, du comité d'études 36 de l'IEC: Isolateurs.

Cette septième édition annule et remplace la sixième édition parue en 2008. Cette édition constitue une révision technique.

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

- Ajout de traversées en matière synthétique imprégnée de résine (RIS – resin-impregnated synthetics).
- Ajout de traversées dont $U_m \leq 1,1$ kV, $U_m = 1\ 100$ kV et $U_m = 1\ 200$ kV.
- Intégration de l'essai d'échauffement pour les traversées à isolation liquide selon 3.4.

- Ajout de l'essai de choc de foudre à sec en tant qu'essai individuel de série pour toutes les traversées de transformateurs dont $U_m > 72,5$ kV.
- La procédure de correction d'altitude a été révisée ($> 1\ 000$ m).
- Ajout d'une explication sur le phénomène des transitoires très rapides (VFT – Very Fast transient) et sur leur impact sur les traversées.

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

FDIS	Rapport de vote
36A/187/FDIS	36A/189/RVD

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

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

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

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

Le contenu du corrigendum de mai 2018 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

L'élaboration de la présente édition de l'IEC 60137 a accordé une plus grande attention aux exigences d'essai pour les transformateurs de puissance spécifiées dans l'IEC 60076-3:2013.

TRAVERSÉES ISOLÉES POUR TENSIONS ALTERNATIVES SUPÉRIEURES À 1 000 V

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les caractéristiques et les essais applicables aux traversées isolées.

La présente norme s'applique aux traversées, telles qu'elles sont définies à l'Article 3, destinées à être utilisées dans les dispositifs électriques, les machines, les transformateurs, les appareillages de connexion et les installations pour des systèmes à courant alternatif triphasé possédant une tension plus élevée pour le matériel dépassant 1 000 V et des fréquences industrielles comprises entre 15 Hz et 60 Hz (inclus).

Sous réserve d'un accord spécifique entre l'acheteur et le fournisseur, cette norme peut être appliquée, en partie ou en totalité, aux éléments suivants:

- traversées utilisées dans d'autres systèmes que ceux à courant alternatif triphasé;
- traversées pour les systèmes à courant continu haute tension;
- traversées pour les transformateurs d'essai;
- traversées pour les condensateurs.

Les exigences spéciales et les essais concernant les traversées de transformateurs spécifiées dans la présente norme s'appliquent également aux traversées pour bobines d'inductance.

La présente norme s'applique aux traversées fabriquées et commercialisées séparément. Il convient que les traversées qui font partie intégrante d'un appareillage, et qui ne peuvent être soumises à l'essai selon la présente norme, soient soumises à l'essai avec l'appareillage dont elles font partie.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60038, *Tensions normales de la CEI*

IEC 60050-212:2010, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 212: Isolants électriques solides, liquides et gazeux*

IEC 60059, *Caractéristiques des courants normaux de la CEI*

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

IEC 60068-2-17:1994, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-17: Essais – Essai Q: Étanchéité*

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

IEC 60076-5, *Transformateurs de puissance – Partie 5: Tenue au court-circuit*

IEC 60076-7, *Transformateurs de puissance – Partie 7: Guide de charge pour transformateurs immergés dans l'huile*

IEC 60216-2, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai*

IEC 60270, *Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles*

IEC 60296, *Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillages de connexion*

IEC 60376, *Spécifications de la qualité technique de l'hexafluorure de soufre (SF₆) pour utilisation dans les appareils électriques*

IEC 60422, *Huiles minérales isolantes dans les matériels électriques – Lignes directrices pour la maintenance et la surveillance*

IEC 60480, *Lignes directrices relatives au contrôle et au traitement de l'hexafluorure de soufre (SF₆) prélevé sur le matériel électrique et spécification en vue de sa réutilisation*

IEC 60505, *Évaluation et qualification des systèmes d'isolation électrique*

IEC TS 60815-1, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 60815-2, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 60815-3, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 3: Polymer insulators for a.c. systems* (disponible en anglais seulement)

IEC 61099, *Liquides isolants – Spécifications relatives aux esters organiques de synthèse neufs destinés aux matériels électriques*

IEC 61462, *Isolateurs composites creux – Isolateurs avec ou sans pression interne pour utilisation dans des appareillages électriques de tensions nominales supérieures à 1 000 V – Définitions, méthodes d'essais, critères d'acceptation et recommandations de conception*

IEC TS 61463, *Traversées – Qualification sismique*

IEC 62155:2003, *Isolateurs creux avec ou sans pression interne, en matière céramique ou en verre, pour utilisation dans des appareillages prévus pour des tensions nominales supérieures à 1 000 V*

IEC 62217, *Isolateurs polymériques à haute tension pour utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur – Définitions générales, méthodes d'essai et critères d'acceptation*

IEC 62271-1, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes*

Guide IEC 109, *Aspects liés à l'environnement – Prise en compte dans les normes électrotechniques de produits*

CISPR 16-1 (toutes les parties), *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*

CISPR 18-2, *Caractéristiques des lignes et des équipements à haute tension relatives aux perturbations radioélectriques – Partie 2: Méthodes de mesure et procédure d'établissement des limites*