IEC 60076-6

Edition 1.0 2007-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Power transformers – Part 6: Reactors

Transformateurs de puissance – Partie 6: Bobines d'inductance

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX XF

ICS 29.180

ISBN 2-8318-9507-3

CONTENTS

FOREWORD 9
INTRODUCTION 11

1 Scope 12
2 Normative references 12
3 Terms and definitions 13
3.1 Types of reactor 13
3.2 Other definitions 14
4 Symbols and abbreviations 17
5 Service conditions 18
5.1 General 18
5.2 Seismic conditions 18
6 Design, testing, tolerances and application 18
7 Shunt reactors 20
7.1 General 20
7.2 Design 20
7.3 Terms and definitions 20
7.4 Rating 21
7.4.1 Rated voltage 22
7.4.2 Maximum operating voltage 22
7.4.3 Rated power 22
7.4.4 Zero-sequence reactance of a three-phase star-connected reactor 22
7.4.5 Mutual reactance of a three-phase reactor 22
7.4.6 Inrush current level 22
7.4.7 Linearity of the shunt reactor 22
7.5 Temperature rise 22
7.6 Insulation level 23
7.7 Rating plates 23
7.8 Tests 23
7.8.1 General 23
7.8.2 Routine tests 23
7.8.3 Type tests 24
7.8.4 Special tests 24
7.8.5 Determination of reactance and linearity of reactance 24
7.8.6 Measurement of loss (routine test, special test) 25
7.8.7 Measurement of harmonics of the current (special test) 26
7.8.8 Measurement of zero-sequence reactance on three-phase reactors (special test) 27
7.8.9 Measurement of mutual reactance on three-phase reactors (special test) 27
7.8.10 Dielectric tests 27
7.8.11 Measurement of magnetic characteristic (special test) 30
7.8.12 Measurement of acoustic sound level (type test, special test) 30
7.8.13 Measurement of vibration (type test) 31
7.8.14 Temperature rise test (type test) 32
7.9 Tolerances 33

7.9.1 General 33
7.9.2 Tolerances on reactance at rated voltage and rated frequency 33
7.9.3 Tolerances on the linearity of reactance 33
7.9.4 Tolerance on loss 33
8 Current-limiting reactors and neutral-earthing reactors 33
8.1 General 33
8.2 Design 34
8.3 Terms and definitions 34
8.4 Rating 36
8.4.1 Rated continuous current 36
8.4.2 Rated thermal short-circuit current 37
8.4.3 Rated thermal short-circuit current duration 37
8.4.4 Rated mechanical short-circuit current 37
8.4.5 Rated short-time current 37
8.4.6 Rated short-time current duration or duty-cycle 37
8.4.7 Coupling factor 38
8.4.8 Rated short-circuit impedance 38
8.4.9 Rated short-time impedance 39
8.4.10 Rated continuous impedance 39
8.5 Ability to withstand rated thermal and rated mechanical short-circuit current 39
8.6 Temperature rise 39
8.6.1 Temperature rise at rated continuous current 39
8.6.2 Temperature due to rated thermal short-circuit current and rated short-time current loading 40
8.7 Insulation level 40
8.7.1 General 40
8.8 Rating plates 40
8.9 Tests 41
8.9.1 General 41
8.9.2 Routine tests 41
8.9.3 Type tests 41
8.9.4 Special tests 42
8.9.5 Measurement of impedance at rated continuous current (routine test) 42
8.9.6 Measurement of impedance at rated short-time current (routine test) 43
8.9.7 Measurement of loss (routine test, special test) 43
8.9.8 Separate source a.c. withstand voltage test (routine test, special test) 44
8.9.9 Winding overvoltage test for current-limiting reactors (routine test) 44
8.9.10 Winding overvoltage test for neutral-earthing reactors (routine test) 45
8.9.11 Temperature rise test at rated continuous current (type test) 45
8.9.12 Lightning impulse test for current-limiting reactors (type test) 46
8.9.13 Short-circuit current test (special test) 46
8.9.14 Measurement of acoustic sound level at rated continuous current (special test) 47
8.9.15 Vibration measurement at rated continuous current (special test) 47
8.9.16 Switching impulse test (special test) 48
8.9.17 Double-ended lightning impulse test (special test) 48
8.9.18 Measurement of coupling factor (special test) 49
8.9.19 Wet winding overvoltage test (special test) 49

8.9.20 Wet separate source a.c. withstand voltage test (special test) 49
8.9.21 Measurement of reactance of the winding in the case of gapped-core and magnetically-shielded air-core reactors (special test) 49
8.10 Tolerances 50
8.10.1 Tolerance on impedances of reactors without compensation for mutual coupling 50
8.10.2 Tolerance on impedance of reactors with compensation for mutual coupling 50
8.10.3 Tolerance on loss 50
9 Filter, damping and discharge reactors associated with capacitors 50
9.1 General 50
9.2 Design 51
9.3 Terms and definitions 51
9.4 Rating 53
9.4.1 Rated power frequency current 53
9.4.2 Rated current spectrum 53
9.4.3 Rated inrush current 54
9.4.4 Rated inrush frequency 54
9.4.5 Rated discharge current 54
9.4.6 Rated discharge frequency 54
9.4.7 Rated thermal short-circuit current 54
9.4.8 Rated thermal short-circuit current duration 54
9.4.9 Rated mechanical short-circuit current 55
9.4.10 Rated inductance 55
9.4.11 Quality factor 55
9.5 Ability to withstand rated thermal and rated mechanical short-circuit current 55
9.6 Ability to withstand inrush or discharge current 56
9.7 Temperature rise 56
9.7.1 Temperature rise at equivalent current at power frequency 56
9.7.2 Temperature due to rated thermal short-circuit current loading 56
9.8 Insulation level 56
9.8.1 General 56
9.8.2 Insulation requirements 56
9.9 Rating plates 57
9.10 Tests 57
9.10.1 General 57
9.10.2 Routine tests 58
9.10.3 Type tests 58
9.10.4 Special tests 58
9.10.5 Measurement of inductance (routine test, type test) 58
9.10.6 Measurement of loss and quality factor (routine test, type test) 59
9.10.7 Winding overvoltage test (routine test) 59
9.10.8 Temperature rise test at rated continuous current (type test) 60
9.10.9 Lightning impulse test (type test) 60
9.10.10 Short-circuit current test (special test) 60
9.10.11 Measurement of acoustic sound level at rated continuous current (special test) 61
9.10.12 Separate source a.c. withstand voltage test (special test) 62
9.10.13 Inrush current withstand test (special test) 62
9.10.14 Discharge current test (special test) 63

9.10.15 Modified short-circuit/discharge current test (special test) 63
9.10.16 Mechanical resonance test (special test) 63
9.11 Tolerances 63
9.11.1 Tolerance on rated inductance 63
9.11.2 Tolerance on measured loss and quality factor 63
10 Earthing transformers (neutral couplers) 63
10.1 General 63
10.2 Design 64
10.3 Terms and definitions 64
10.4 Rating 66
10.4.1 Rated voltage 66
10.4.2 Maximum operating voltage 66
10.4.3 Rated zero-sequence impedance 66
10.4.4 Rated continuous neutral current 66
10.4.5 Rated short-time neutral current 67
10.4.6 Rated short-time neutral current duration 67
10.4.7 Rated voltage of the secondary winding 67
10.4.8 Further ratings for the combination of an earthing transformer and an arc-suppression reactor 67
10.5 Ability to withstand the rated short-time neutral current 67
10.6 Temperature rise 68
10.6.1 Temperature rise at rated voltage, rated continuous neutral current and rated power of the secondary winding 68
10.6.2 Temperature after rated short-time neutral current loading 68
10.7 Insulation level 68
10.8 Rating plates 68
10.9 Tests 69
10.9.1 General 69
10.9.2 Routine tests 69
10.9.3 Type tests 70
10.9.4 Special tests 70
10.9.5 Measurement of zero-sequence impedance (routine test) 70
10.9.6 Temperature rise test (type test) 71
10.9.7 Dielectric tests (routine test, type test) 72
10.9.8 Demonstration of ability to withstand rated short-time neutral current (special test) 72
10.9.9 Measurement of loss at rated continuous neutral current (special test) 73
10.9.10 Measurement of neutral current with three-phase excitation under single-phase fault condition (type test) 73
10.10 Tolerances 73
11 Arc-suppression reactors 74
11.1 General 74
11.2 Design 74
11.3 Terms and definitions 74
11.4 Rating 75
11.4.1 Rated voltage 75
11.4.2 Maximum continuous voltage 75
11.4.3 Rated current 75
11.4.4 Rated current duration 76

11.4.5 Adjustment range 76
11.4.6 Auxiliary winding 76
11.4.7 Secondary winding 76
11.4.8 Linearity of the arc-suppression reactor 76
11.5 Temperature rise 76
11.6 Insulation level 77
11.7 Rating plates 77
11.8 Tests 77
11.8.1 General 77
11.8.2 Routine tests 78
11.8.3 Type tests 78
11.8.4 Special tests 78
11.8.5 Measurement of current at rated voltage (type test), measurement of current (routine test) 78
11.8.6 Measurement of no-load voltage of the auxiliary and secondary windings (routine test) 78
11.8.7 Temperature rise test (type test) 79
11.8.8 Dielectric tests (routine test, type test) 79
11.8.9 Measurement of loss (special test) 79
11.8.10 Measurement of linearity (special test) 80
11.8.11 Measurement of acoustic sound level (special test) 80
11.8.12 Endurance tests of the inductance regulation mechanism (special test) 80
11.8.13 Demonstration of ability to withstand the dynamic effects of the rated current (special test) 80
11.9 Tolerances 81
12 Smoothing reactors 81
12.1 General 81
12.2 Design 81
12.3 Terms and definitions 81
12.4 Rating 82
12.4.1 Rated voltage 82
12.4.2 Maximum operating voltage 82
12.4.3 Rated continuous direct current 83
12.4.4 Rated continuous current spectrum 83
12.4.5 Short-time overload current, current spectrum and current duration or duty-cycle 83
12.4.6 Rated transient fault current 83
12.4.7 Rated incremental inductance 83
12.4.8 Linearity of the smoothing reactor 83
12.4.9 Additional requirements for reactors with directly liquid cooled windings 83
12.5 Temperature rise 84
12.6 Insulation levels 84
12.6.1 Lightning impulse levels 84
12.6.2 Switching impulse levels 84
12.6.3 Separate source d.c. withstand voltage level 84
12.6.4 Polarity-reversal withstand voltage level 84
12.6.5 Separate source a.c. withstand voltage level 84
12.7 Rating plates 85

12.8 Tests 85
12.8.1 General 85
12.8.2 Routine tests 85
12.8.3 Type test 86
12.8.4 Special tests 86
12.8.5 Measurement of incremental inductance (routine test) 86
12.8.6 Measurement of the harmonic current loss and calculation of the total loss (routine test) 87
12.8.7 Separate source a.c. withstand voltage test (routine test) 88
12.8.8 Separate source d.c. withstand voltage test for liquid-immersed reactors (routine test) 88
12.8.9 Polarity-reversal withstand test for liquid-immersed reactors (routine test) 89
12.8.10 Lightning impulse test (routine test) 90
12.8.11 Switching impulse test (routine test, type test) 90
12.8.12 Wet separate source d.c. withstand voltage test for dry-type reactors (type test) 90
12.8.13 Temperature rise test (type test) 90
12.8.14 Measurement of acoustic sound level (special test) 91
12.8.15 Measurement of high frequency impedance (special test) 92
12.8.16 Test of the tightness of the liquid cooling circuit for reactors with directly liquid cooled windings (routine test) 92
12.8.17 Measurement of the pressure drop for reactors with directly liquid cooled windings (type test) 93
12.8.18 Transient fault current test (special test) 93
12.8.19 Chopped wave impulse test for liquid-immersed reactors (special test) 94
12.9 Tolerances 94

Annex A (informative) Information on shunt reactor switching and on special applications 95
Annex B (informative) Magnetic characteristic of reactors 98
Annex C (informative) Mutual reactance, coupling factor and equivalent reactances of three-phase reactors 105
Annex D (informative) Temperature correction of losses for liquid-immersed gapped-core and magnetically-shielded air-core reactors 108
Annex E (normative) Turn-to-turn overvoltage test for dry-type reactors 110
Annex F (informative) Short-circuit testing 112
Annex G (informative) Resistors – Characteristics, specification and tests 114

Bibliography 117

Figure 1 – Types of magnetic characteristics for reactors 15
Figure 2 – Parameters for non-linear magnetic characteristic 16
Figure 3 – Measurement of mutual reactance for three-phase reactors or banks of three single-phase reactors 27
Figure 4 – Phase-to-earth test circuit for single-phase excitation 29
Figure 5 – Phase-to-phase test circuit for single-phase excitation 29

Figure 6 – Single-phase excitation circuit for reactors with magnetic shield for zero-sequence flux 29
Figure 7 – Measurement of mutual reactance for three-phase reactors or banks of three single-phase reactors 49
Figure 8 – Single-phase fault test circuit with earthed neutral 73
Figure 9 – Single-phase fault test circuit with earthed voltage-supply 73
Figure 10 – Measuring circuit for determining incremental inductance of two identical smoothing reactors 87
Figure 11 – Double reversal test voltage profile 89
Figure B.1 – Illustration of linked flux and current waveshapes with a sinusoidal voltage applied to a reactor with a non-linear magnetic characteristic according to Figure B.6 99
Figure B.2 – Circuit for measurement the magnetic characteristic according to B.7.1 102
Figure B.3 – Equivalent circuit with the reactor short-circuited 102
Figure B.4 – Measured curves of a reactors d.c. charge and discharge current 103
Figure B.5 – Calculated linked flux during discharge period (see equations B7 and B9) 104
Figure B.6 – Magnetic characteristic 104
Figure C.1 – Equivalent scheme of a three-phase reactor including the magnetic coupling between phases 105
Figure E.1 – Test circuit for turn-to-turn overvoltage test and sample oscillograms 111

Table 1 – Temperature limits for winding terminals of dry-type reactors 19
Table 2 – Tolerances 74
Table 3 – Tolerances 81
Table C.1 – Reactance and flux ratios for reactors with uniform magnetic coupling 106
Table C.2 – Coupling values for reactors with non-uniform magnetic coupling 107

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER TRANSFORMERS –

Part 6: Reactors

FOREWORD

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

International Standard IEC 60076-6 has been prepared by IEC technical committee 14: Power Transformers.

This first edition of IEC 60076-6 cancels and replaces the second edition of IEC 60289 published in 1988. This first edition constitutes a technical revision.

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

- wide extension of the "Definitions", "Rating" and "Tests" Clauses,
- more consequent distinction between definition and rating,
- "Tests" subclauses take into account the latest revisions of relevant IEC 60076 standards,
- dielectric testing of reactors is now in line with dielectric testing of transformer according IEC 60076-3:2000,
- consequent distinction between oil-immersed and dry-type reactor,
- document offers an easier handling and is a more stand-alone document than IEC 60289,

- introduction of the discharge reactor as part of Clause 9,
- introduction of the turn-to-turn overvoltage test for dry-type reactors (Annex E),
- important background information given by newly introduced informative annexes,
  - ANNEX A (informative) – Information on shunt reactor switching and on special applications
  - ANNEX B (informative) – Magnetic characteristic of reactors
  - ANNEX C (informative) – Mutual reactance, coupling factor and equivalent reactances of three-phase reactors
  - ANNEX D (informative) – Temperature correction of losses for liquid-immersed gapped-core and magnetically shielded air-core reactors
  - ANNEX F (informative) – Short-circuit testing
  - ANNEX G (informative) – Resistors – Characteristics, Specification, Tests

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

CDV	Report on voting
14/538/CDV	14/547A/RVC

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.

A list of all parts of the IEC 60076 series, under the general title Power transformers, can be found on the IEC website.

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

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

IEC thanks The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE) for permission to reproduce information from its Standard IEEE C57.21-1990, 10.3.3.2 and 10.7 and from its Standard IEEE C57.16-1996, 11.6. All such excerpts are copyright of IEEE, New York, NY, USA. All rights reserved. Further information on the IEEE is available from http://www.ieee.org. IEEE has no responsibility for the placement and context in which the excerpts and contents are reproduced by IEC; nor is IEEE in any way responsible for the other content or accuracy therein.

INTRODUCTION

This part of IEC 60076 is intended to provide the basis for the specification and testing of the types of reactor given in the scope. The document also gives some important information on certain reactor applications to aid the preparation of a reactor specification.

Wherever possible, references to technical Clauses in the other parts of IEC 60076 which are relevant to power transformers have been made. However, because reactors have some fundamental differences to transformers there are special considerations that apply to the specification, testing and application of reactors. These are included in this part of IEC 60076.

Clauses 1 to 6 form the general parts of the document, which apply to all types of reactor. Clauses 7 to 12 deal individually with each different type of reactor. Generally, only one of the Clauses 7 to 12 will apply to a specific reactor.

This part of IEC 60076 has more than one definition Subclause. The general definitions given in Clause 3 apply to the whole document. Each of the Clauses 7 to 12 dealing with a certain type of reactor includes a definition Subclause relevant and applying only to that Clause.

Clauses 7 to 12 have been given a uniform structure. Within this structure, the Rating Subclause sets out the minimum information that a purchaser shall supply with the reactor specification. The test Subclause in each Clause defines the relevant tests that can be applied to that particular type of reactor and may include some additional items that shall be agreed on at the time of order.

Annexes A, B, C, D, F and G provide further information for certain reactor applications and testing. Annex E describes the dielectric turn-to-turn test.

This part of IEC 60076 covers both dry-type and liquid-immersed reactors and where Clauses or Subclauses apply to only one type this is made clear.

Where possible, the requirements of this part of IEC 60076 have been harmonised with the equivalent IEEE standard.

POWER TRANSFORMERS –

Part 6: Reactors

1 Scope

This part of IEC 60076 applies to the following types of reactors:

- shunt reactors;
- series reactors including current-limiting reactors, neutral-earthing reactors, power flow control reactors, motor starting reactors, arc-furnace series reactors;
- filter (tuning) reactors;
- capacitor damping reactors;
- capacitor discharge reactors;
- earthing transformers (neutral couplers);
- arc-suppression reactors;
- smoothing reactors for HVDC and industrial application;

with the exception of the following reactors:

- reactors with a rating less than 1 kvar single-phase and 5 kvar three-phase;
- reactors for special purposes such as high-frequency line traps or reactors mounted on rolling stock.

Where IEC standards do not exist for small or special reactors, this part of IEC 60076 may be applicable as a whole or in part.

2 Normative references

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

IEC 60060-1:1989, *High-Voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60076-1:1993, *Power transformers – Part 1: General*
Amendment 1 (1999)

IEC 60076-2:1997, *Power transformers – Part 2: Temperature rise*

IEC 60076-3:2000, *Power transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air*

IEC 60076-4:2002, *Power transformers – Part 4: Guide to lightning impulse and switching impulse testing – Power transformers and reactors*

IEC 60076-5:2006, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short-circuit*

IEC 60076-7:2005, *Power transformers – Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers*

IEC 60076-8:1997, *Power transformers – Part 8: Application guide*

IEC 60076-10:2005, *Power transformers – Part 10: Determination of sound levels*

IEC 60076-11:2004, *Power transformers – Part 11: Dry-type transformers*

IEC 60137, *Insulated bushings for alternating voltages above 1 000 V*

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

IEC 60721-2-6, *Classification of environmental conditions – Part 2: Environmental conditions appearing in nature. Earthquake vibration and shock*

IEC 60815, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions*

IEC 60905:1987, *Loading guide for dry-type power transformers*

IEC 60943:1998, *Guidance concerning the permissible temperature rise for parts of electrical equipment, in particular for terminals*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 126
INTRODUCTION 128

1 Domaine d'application 129
2 Références normatives 129
3 Termes et définitions 130
3.1 Types de bobines d'inductance 130
3.2 Autres définitions 131
4 Symboles et abréviations 134
5 Conditions de service 135
5.1 Généralités 135
5.2 Conditions sismiques 135
6 Conception, essais, tolérances et application 136
7 Bobines d'inductance shunt 137
7.1 Généralités 137
7.2 Conception 137
7.3 Termes et définitions 137
7.4 Caractéristiques assignées 139
7.4.1 Tension assignée 139
7.4.2 Tension maximale de service 139
7.4.3 Puissance assignée 139
7.4.4 Réactance homopolaire X_0 d'une bobine d'inductance triphasée à couplage en étoile 139
7.4.5 Réactance mutuelle d'une bobine d'inductance triphasée 140
7.4.6 Niveau du courant d'appel 140
7.4.7 Linéarité de la bobine d'inductance shunt 140
7.5 Echauffement 140
7.6 Niveau d'isolement 140
7.7 Plaques signalétiques 140
7.8 Essais 141
7.8.1 Généralités 141
7.8.2 Essais individuels de série 141
7.8.3 Essais de type 141
7.8.4 Essais spéciaux 142
7.8.5 Détermination de la réactance et de la linéarité de réactance 142
7.8.6 Mesure des pertes (essai individuel de série, essai spécial) 143
7.8.7 Mesure des harmoniques du courant (essai spécial) 144
7.8.8 Mesure de la réactance homopolaire des bobines d'inductance triphasées (essai spécial) 145
7.8.9 Mesure de la réactance mutuelle des bobines d'inductance triphasées (essai spécial) 145
7.8.10 Essais diélectriques 145
7.8.11 Mesure de la caractéristique magnétique (essai spécial) 149
7.8.12 Mesure du niveau de bruit (essai de type, essai spécial) 149
7.8.13 Mesure des vibrations (essai de type) 150
7.8.14 Essai d'échauffement (essai de type) 151
7.9 Tolérances 152

7.9.1 Généralités 152
7.9.2 Tolérances de réactance sous la tension assignée et à la fréquence assignée 152
7.9.3 Tolérances sur la linéarité de réactance 152
7.9.4 Tolérance sur les pertes 152
8 Bobines d'inductance de limitation de courant et bobines d'inductance de mise à la terre du neutre 152
8.1 Généralités 152
8.2 Conception 153
8.3 Termes et définitions 153
8.4 Caractéristiques assignées 155
8.4.1 Courant permanent assigné 155
8.4.2 Courant de court-circuit thermique assigné 156
8.4.3 Durée du courant de court-circuit thermique assigné 156
8.4.4 Courant de court-circuit mécanique assigné 156
8.4.5 Courant de courte durée assigné 156
8.4.6 Durée du courant de courte durée assigné ou cycle de fonctionnement 157
8.4.7 Facteur de couplage 157
8.4.8 Impédance de court-circuit assignée 157
8.4.9 Impédance de courte durée assignée 158
8.4.10 Impédance permanente assignée 158
8.5 Aptitude à résister au courant de court-circuit thermique et mécanique assignés 159
8.6 Echauffement 159
8.6.1 Echauffement au courant permanent assigné 159
8.6.2 Température due au courant de court-circuit thermique assigné et charge de courant de courte durée assignée 159
8.7 Niveau d'isolement 159
8.7.1 Généralités 159
8.8 Plaques signalétiques 160
8.9 Essais 161
8.9.1 Généralités 161
8.9.2 Essais individuels de série 161
8.9.3 Essais de type 161
8.9.4 Essais spéciaux 161
8.9.5 Mesure de l'impédance pour le courant permanent assigné (essai individuel de série) 162
8.9.6 Mesure de l'impédance pour le courant de courte durée assigné (essai individuel de série) 163
8.9.7 Mesure des pertes (essai individuel de série, essai spécial) 163
8.9.8 Essai de tension de tenue alternative par source séparée (essai individuel de série, essai spécial) 164
8.9.9 Essai de surtension d'enroulement pour les bobines d'inductance de limitation du courant (essai individuel de série) 165
8.9.10 Essai de surtension d'enroulement pour les bobines d'inductance de limitation du courant (essai individuel de série) 165
8.9.11 Essai d'échauffement au courant permanent assigné (essai de type) 165
8.9.12 Essai au choc de foudre pour les bobines d'inductance de limitation du courant (essai de type) 166
8.9.13 Essai au courant de court-circuit (essai spécial) 166

8.9.14 Mesure du niveau de bruit avec le courant permanent assigné (essai spécial) 168
8.9.15 Mesure des vibrations avec le courant permanent assigné (essai spécial) 168
8.9.16 Essai au choc de manœuvre (essai spécial) 169
8.9.17 Essai au choc de foudre à double extrémité (essai spécial) 169
8.9.18 Mesure du facteur de couplage (essai spécial) 169
8.9.19 Essai de surtension d'enroulement humide (essai spécial) 170
8.9.20 Essai de tension de tenue alternative par source séparée humide (essai spécial) 170
8.9.21 Mesure de la réactance de l'enroulement dans le cas de bobines d'inductance à entrefer et de bobines dans l'air avec blindage magnétique (essai spécial) 170
8.10 Tolérances 170
8.10.1 Tolérance sur les impédances des bobines d'inductance sans compensation pour couplage mutuel 170
8.10.2 Tolérance sur les impédances des bobines d'inductance avec compensation pour couplage mutuel 171
8.10.3 Tolérance sur les pertes 171
9 Bobines d'inductance de décharge, d'amortissement et de filtrage associées aux condensateurs 171
9.1 Généralités 171
9.2 Conception 172
9.3 Termes et définitions 172
9.4 Caractéristiques assignées 174
9.4.1 Courant à fréquence industrielle assigné 174
9.4.2 Spectre du courant assigné 175
9.4.3 Courant d'appel assigné 175
9.4.4 Fréquence d'appel assignée 175
9.4.5 Courant de décharge assigné 175
9.4.6 Fréquence de décharge assignée 175
9.4.7 Courant de court-circuit thermique assigné 175
9.4.8 Durée du courant de court-circuit thermique assigné 176
9.4.9 Courant de court-circuit mécanique assigné 176
9.4.10 Inductance assignée 176
9.4.11 Facteur de qualité 177
9.5 Aptitude à résister au courant de court-circuit thermique et mécanique assignés 177
9.6 Capacité à résister au courant d'appel ou de décharge 177
9.7 Echauffement 177
9.7.1 Echauffement au courant équivalent à la fréquence industrielle 177
9.7.2 Température due à la charge du courant de court-circuit thermique assigné 178
9.8 Niveau d'isolement 178
9.8.1 Généralités 178
9.8.2 Exigences relativement à l'isolement 178
9.9 Plaques signalétiques 178
9.10 Essais 179
9.10.1 Généralités 179
9.10.2 Essais individuels de série 179
9.10.3 Essais de type 179

9.10.4 Essais spéciaux 179
9.10.5 Mesure de l'inductance (essai individuel de série, essai de type) 180
9.10.6 Mesure des pertes et facteur de qualité (essai individuel de série, essai de type) 180
9.10.7 Essai de surtension d'enroulement (essai individuel de série) 181
9.10.8 Essai d'échauffement au courant permanent assigné (essai de type) 181
9.10.9 Essai au choc de foudre (essai de type) 182
9.10.10 Essai au courant de court-circuit (essai spécial) 182
9.10.11 Mesure du niveau de bruit avec le courant permanent assigné (essai spécial) 183
9.10.12 Essai de tension de tenue alternative par source séparée (essai spécial) 184
9.10.13 Essai de tenue au courant d'appel (essai spécial) 184
9.10.14 Essai au courant de décharge (essai spécial) 184
9.10.15 Essai au courant de décharge / au courant de court-circuit modifié (essai spécial) 185
9.10.16 Essai de résonance mécanique (essai spécial) 185
9.11 Tolérances 185
9.11.1 Tolérance concernant l'inductance assignée 185
9.11.2 Tolérance concernant les pertes et le facteur de qualité mesurés 185
10 Transformateurs de mise à la terre (connecteurs de neutre) 185
10.1 Généralités 185
10.2 Conception 186
10.3 Termes et définitions 186
10.4 Caractéristiques assignées 188
10.4.1 Tension assignée 188
10.4.2 Tension maximale de service 188
10.4.3 Impédance homopolaire assignée 188
10.4.4 Courant de neutre permanent assigné 189
10.4.5 Courant de neutre de courte durée assigné 189
10.4.6 Durée du courant de neutre de courte durée assigné 189
10.4.7 Tension assignée de l'enroulement secondaire 189
10.4.8 Caractéristiques assignées supplémentaires pour la combinaison d'un transformateur de mise à la terre et d'une bobine d'inductance d'extinction d'arc 190
10.5 Capacité de tenue au courant de neutre de courte durée assigné 190
10.6 Echauffement 190
10.6.1 Echauffement à la tension assignée, au courant de neutre permanent assigné et à la puissance assignée de l'enroulement secondaire 190
10.6.2 Température à l'issue de la charge du courant de neutre de courte durée assigné 190
10.7 Niveau d'isolement 191
10.8 Plaques signalétiques 191
10.9 Essais 192
10.9.1 Généralités 192
10.9.2 Essais individuels de série 192
10.9.3 Essais de type 192
10.9.4 Essais spéciaux 193
10.9.5 Mesure de l'impédance homopolaire (essai individuel de série) 193
10.9.6 Essai d'échauffement (essai de type) 193

10.9.7 Essais diélectriques (essai individuel de série, essai de type) 194
10.9.8 Démonstration de l'aptitude à résister au courant de neutre de courte durée assigné (essai spécial) 195
10.9.9 Mesure des pertes au courant de neutre permanent assigné (essai spécial) 195
10.9.10 Mesure du courant de neutre avec excitation triphasée dans la condition de défaut monophasée (essai de type) 196
10.10 Tolérances 196
11 Bobines d'inductance d'extinction d'arc 196
11.1 Généralités 196
11.2 Conception 197
11.3 Termes et définitions 197
11.4 Caractéristiques assignées 198
11.4.1 Tension assignée 198
11.4.2 Tension permanente maximale 198
11.4.3 Courant assigné 198
11.4.4 Durée du courant assigné 198
11.4.5 Plage de réglage 198
11.4.6 Enroulement auxiliaire 199
11.4.7 Enroulement secondaire 199
11.4.8 Linéarité des bobines d'inductance d'extinction d'arc 199
11.5 Echauffement 199
11.6 Niveau d'isolement 199
11.7 Plaques signalétiques 199
11.8 Essais 200
11.8.1 Généralités 200
11.8.2 Essais individuels de série 200
11.8.3 Essais de type 201
11.8.4 Essais spéciaux 201
11.8.5 Mesure du courant à tension assignée (essai de type), mesure du courant (essai individuel de série) 201
11.8.6 Mesure de la tension à vide des enroulements auxiliaire et secondaire (essai individuel de série) 201
11.8.7 Essai d'échauffement (essai de type) 201
11.8.8 Essais diélectriques (essai individuel de série, essai de type) 202
11.8.9 Mesure des pertes (essai spécial) 202
11.8.10 Mesure de la linéarité (essai spécial) 203
11.8.11 Mesure du niveau de bruit (essai spécial) 203
11.8.12 Essais d'endurance du mécanisme de régulation de l'inductance (essai spécial) 203
11.8.13 Démonstration de la capacité à résister aux effets dynamiques du courant assigné (essai spécial) 203
11.9 Tolérances 204
12 Bobines d'inductance de lissage 204
12.1 Généralités 204
12.2 Conception 204
12.3 Termes et définitions 204
12.4 Caractéristiques assignées 205
12.4.1 Tension assignée 205
12.4.2 Tension maximale de service 206

12.4.3 Courant continu permanent assigné 206
12.4.4 Spectre du courant permanent assigné 206
12.4.5 Courant de surcharge de courte durée, spectre du courant et durée ou cycle de fonctionnement du courant 206
12.4.6 Courant de défaut transitoire assigné 206
12.4.7 Inductance différentielle assignée 206
12.4.8 Linéarité de la bobine d'inductance de lissage 206
12.4.9 Exigences supplémentaires pour les bobines d'inductance avec enroulements directement refroidis par un liquide 207
12.5 Echauffement 207
12.6 Niveaux d'isolement 207
12.6.1 Niveaux de choc de foudre 207
12.6.2 Niveaux de choc de manœuvre 207
12.6.3 Niveau de tension de tenue continue par source séparée 207
12.6.4 Niveau de tension de tenue à l'inversion de polarité 207
12.6.5 Niveau de tension de tenue alternative par source séparée 208
12.7 Plaques signalétiques 208
12.8 Essais 209
12.8.1 Généralités 209
12.8.2 Essais individuels de série 209
12.8.3 Essai de type 209
12.8.4 Essais spéciaux 209
12.8.5 Mesure de l'inductance différentielle (essai individuel de série) 210
12.8.6 Mesure de la perte de courant harmonique et calcul de la perte totale (essai individuel de série) 211
12.8.7 Essai de tension de tenue alternative par source séparée (essai individuel de série) 211
12.8.8 Essai de tension de tenue continue par source séparée pour bobines d'inductance immergées dans un liquide (essai individuel de série) 212
12.8.9 Essai de tenue à l'inversion de polarité pour les bobines d'inductance immergées dans un liquide (essai individuel de série) 212
12.8.10 Essai de choc de foudre (essai individuel de série) 213
12.8.11 Essai au choc de manœuvre (essai individuel de série, essai de type) 214
12.8.12 Essai de tension de tenue continue par source séparée humide pour les bobines d'inductance de type sec (essai de type) 214
12.8.13 Essai d'échauffement (essai de type) 214
12.8.14 Mesure du niveau de bruit (essai spécial) 215
12.8.15 Mesure de l'impédance à haute fréquence (essai spécial) 216
12.8.16 Essai d'étanchéité du circuit de refroidissement par liquide pour les bobines d'inductance dont les enroulements sont refroidis directement par un liquide (essai individuel de série) 216
12.8.17 Mesure de la chute de pression pour les bobines d'inductance dont les enroulements sont directement refroidis par un liquide (essai de type) 217
12.8.18 Essai au courant de défaut transitoire (essai spécial) 217
12.8.19 Essai au choc d'onde coupée pour les bobines d'inductance immergées dans un liquide (essai spécial) 218
12.9 Tolérances 218

Annexe A (informative) Informations concernant la manoeuvre des bobines d'inductance shunt et les applications spéciales 219

Annexe B (informative) Caractéristiques magnétiques des bobines d'inductance 222

Annexe C (informative) Réactance mutuelle, facteur de couplage et réactances équivalentes des bobines d'inductance triphasées 230

Annexe D (informative) Correction de température des pertes pour les bobines d'inductance à entrefer et les bobines dans l'air avec blindage magnétique immergées dans un liquide 233

Annexe E (normative) Essai de surtension entre spires pour les bobines d'inductance de type sec 235

Annexe F (informative) Essai de court-circuit 237

Annexe G (informative) Résistances – Caractéristiques, spécification et essais 239

Bibliographie 242

Figure 1 – Types de caractéristiques magnétiques des bobines d'inductance 132

Figure 2 – Paramètres pour la caractéristique magnétique non-linéaire 133

Figure 3 – Mesure de la réactance mutuelle pour les bobines d'inductance triphasées ou les bancs de trois bobines d'inductance monophasées 145

Figure 4 – Circuit d'essai phase-terre pour excitation monophasée 148

Figure 5 – Circuit d'essai entre phases pour excitation monophasée 148

Figure 6 – Circuit d'excitation monophasé pour bobines d'inductance avec blindage magnétique pour flux homopolaire 148

Figure 7 – Mesure de la réactance mutuelle pour les bobines d'inductance triphasées ou les bancs de trois bobines d'inductance monophasées 170

Figure 8 – Circuit d'essai de défaut monophasé avec neutre à la terre 196

Figure 9 – Circuit d'essai de défaut monophasé avec alimentation de tension à la terre 196

Figure 10 – Circuit de mesure pour déterminer l'inductance différentielle de deux bobines d'inductance de lissage identiques 210

Figure 11 – Profil de tension pour l'essai d'inversion double 213

Figure B.1 – Illustration de la forme d'onde du flux embrassé et du courant avec une tension sinusoïdale appliquée à une bobine d'inductance avec une caractéristique magnétique non-linéaire conformément à la Figure B.6 223

Figure B.2 – Circuit pour la mesure de la caractéristique magnétique selon le paragraphe B.7.1 226

Figure B.3 – Circuit équivalent avec la bobine d'inductance court-circuitée 226

Figure B.4 – Courbes mesurées d'un courant de charge et décharge continu de bobines d'inductance 228

Figure B.5 – Flux embrassé calculé au cours de la période de décharge (voir équations B7 et B9) 229

Figure B.6 – Caractéristique magnétique 229

Figure C.1 – Schéma équivalent d'une bobine d'induction triphasée comprenant le couplage magnétique entre phases 230

Figure E.1 – Circuit d'essai pour essai de surtension entre spires et oscillogrammes d'échantillon 236

Tableau 1 – Limites de température pour les bornes des enroulements des bobines d'inductance de type sec 137

Tableau 2 – Tolérances 196
Tableau 3 – Tolérances 204
Tableau C.1 – Réactance et rapport de flux pour les bobines d'inductance avec couplage magnétique uniforme 231
Tableau C.2 – Valeurs de couplage des bobines d'inductance avec couplage magnétique non uniforme 232

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 6: Bobines d'inductance

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60076 a été établie par le comité d'études 14 de la CEI: Transformateurs de puissance.

Cette première édition de la CEI 60076-6 annule et remplace la seconde édition de la CEI 60289 parue en 1988. Cette édition constitue une révision technique.

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

- extension importante des articles «Définitions», «Caractéristiques» et «Essais»,
- distinction plus marquée entre définition et caractéristique,
- les articles «essais» prennent en compte les dernières révisions des normes CEI 60076 correspondantes,
- l'essai diélectrique des bobines d'inductance est maintenant conforme à l'essai de diélectrique du transformateur selon la CEI 60076-3:2000,

- distinction conséquente entre bobine d'inductance immergée dans l'huile et de type sec,
- le document propose une manipulation plus facile et est plus indépendant que la CEI 60289,
- introduction de la bobine d'inductance de décharge comme une partie de l'Article 9,
- introduction de l'essai de surtension entre spires pour les bobines d'inductance de type sec (Annexe E),
- informations de base importantes données dans quatre nouvelles annexes informatives récemment introduites
  - ANNEXE A (informative) – Informations concernant la manœuvre des bobines d'inductance shunt et les applications spéciales
  - ANNEXE B (informative) – Caractéristiques magnétiques des bobines d'inductance
  - ANNEXE C (informative) – Réactance mutuelle, coefficient de couplage et réactances équivalentes des bobines d'inductance triphasées
  - ANNEXE D (informative) – Correction de température des pertes pour les bobines d'inductance à entrefer et les bobines dans l'air avec blindage magnétique immergées dans un liquide
  - ANNEXE F (informative) – Essai de court-circuit
  - ANNEXE G (informative) – Résistances – Caractéristiques, spécifications, essais

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
14/538/CDV	14/547A/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60076, présentées sous le titre général Transformateurs de puissance, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

La CEI remercie l'Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE) de lui avoir donné l'autorisation de reproduire les informations tirées de la norme IEEE C57.21-1990, 10.3.3.2 et 10.7 et de la norme IEEE C57.16-1996, 11.6. IEEE, New York, NY, USA détient les droits de reproduction pour tous ces extraits. Droits de reproduction réservés. Des informations complémentaires sur IEEE sont données à l'adresse suivante http://www.ieee.org. IEEE n'est en aucune façon responsable de la manière dont ces extraits et leur contenu sont reproduits par la CEI ni du contexte dans lequel ils sont utilisés; IEEE n'est pas non plus responsable du reste du contenu et de sa précision.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60076 est destinée à servir de base pour la spécification et les essais des types de bobines d'inductance indiqués dans le domaine d'application. Ce document donne également des informations importantes concernant certaines applications de bobines d'inductance pour aider lors de l'établissement de spécifications sur les bobines d'inductance.

A chaque fois que cela a été possible, il a été fait référence aux articles techniques des autres parties de la CEI 60076 qui sont applicables aux transformateurs de puissance. Cependant, comme il existe des différences fondamentales avec les transformateurs, des considérations particulières s'appliquent à la spécification, aux essais et à l'application des bobines d'inductance. Elles sont incluses dans la présente partie de la CEI 60076.

Les Articles 1 à 6 constituent les parties générales de la présente partie de la CEI 60076 qui s'appliquent à tous les types de bobine d'inductance. Les Articles 7 à 12 traitent chacun d'un type de bobine d'inductance. Généralement, un seul des Articles 7 à 12 s'appliquera à une bobine d'inductance particulière.

La présente partie de la CEI 60076 possède plus d'une section de définitions. Les définitions générales données à l'Article 3 s'appliquent à l'ensemble de la présente partie de la CEI 60076. Chacun des Articles 7 à 12 qui traite d'un type particulier de bobine d'inductance comprend un paragraphe de définitions propre qui ne s'applique qu'à lui.

Les Articles 7 à 12 ont une structure uniforme. Dans cette structure, le paragraphe « caractéristiques assignées » présente les informations minimum qu'un acheteur doit fournir avec une spécification sur les bobines d'inductance. Le paragraphe « essais » de chaque Article définit les essais pertinents qui peuvent être appliqués au type de bobine d'inductance concerné et elle peut contenir des éléments supplémentaires qui doivent faire l'objet d'un accord au moment de la commande.

Les Annexes A, B, C, D, F et G donnent des informations supplémentaires pour certaines applications de bobines d'inductance et leurs essais. L'Annexe E décrit l'essai diélectrique entre spires.

La présente partie de la CEI 60076 couvre à la fois les bobines d'inductance de type sec et celles de type immergé dans un liquide et lorsque des paragraphes ou des articles ne s'appliquent qu'à un seul de ces types, ceci est clairement indiqué.

Lorsque cela était possible, les exigences du présent document ont été harmonisées avec celles de la norme IEEE équivalente.

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 6: Bobines d'inductance

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60076 s'applique aux types de bobines d'inductance suivants:

- bobines d'inductance shunt;
- bobines d'inductance série y compris les bobines d'inductance de limitation du courant, de mise à la terre du neutre, de commande de flux d'énergie, de démarrage des moteurs et les bobines d'inductance pour les fours à arc;
- bobines d'inductance de filtrage (d'accord);
- bobines d'inductance d'amortissement de condensateur;
- bobines d'inductance de décharge de condensateur;
- transformateurs de mise à la terre (connecteurs de neutre);
- bobines d'inductance d'extinction d'arc;
- bobines d'inductance de lissage pour application CCHT et industrielle;

à l'exception des bobines d'inductance suivantes:

- bobines d'inductance de puissance inférieure à 1 kvar en monophasé et à 5 kvar en triphasé;
- bobines d'inductance de type spécial telles que les bobines pour circuits bouchons à haute fréquence ou celles montées sur les matériels roulants.

En l'absence de norme CEI pour des bobines d'inductance de petite taille ou de type spécial, la présente partie de la CEI 60076 peut être applicable en partie ou en totalité.

2 Références normatives

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

CEI 60060-1:1989, *Techniques d'essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales*

CEI 60076-1:1993, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*
Amendement 1 (1999)

CEI 60076-2:1997, *Transformateurs de puissance – Partie 2: Echauffement*

CEI 60076-3:2000, *Transformateurs de puissance – Partie 3: Niveaux d'isolement, essais diélectriques et distances d'isolement dans l'air*

CEI 60076-4:2002, *Transformateurs de puissance – Partie 4: Guide pour les essais au choc de foudre et au choc de manœuvre – Transformateurs de puissance et bobines d'inductance*

CEI 60076-5:2006, *Transformateurs de puissance – Partie 5: Tenue au court-circuit*

CEI 60076-7:2005, *Transformateurs de puissance – Partie 7: Guide de charge pour transformateurs immergés dans l'huile*

CEI 60076-8:1997, *Transformateurs de puissance – Partie 8: Guide d'application*

CEI 60076-10:2005, *Transformateurs de puissance – Partie 10: Détermination des niveaux de bruit*

CEI 60076-11:2004, *Transformateurs de puissance – Partie 11: Transformateurs de type sec*

CEI 60137, *Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V*

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

CEI 60721-2-6, *Classification des conditions d'environnement – Partie 2: Conditions d'environnement présentes dans la nature. Vibrations et chocs sismiques*

CEI 60815, *Guide pour le choix des isolateurs sous pollution*

CEI 60905:1987, *Guide de charge pour transformateurs de puissance du type sec*

CEI 60943:1998, *Guide concernant l'échauffement admissible des parties des matériels électriques, en particulier les bornes de raccordement*