



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Grading capacitors for high-voltage alternating current circuit-breakers –
Part 1: General**

**Condensateurs de répartition pour disjoncteurs à courant alternatif haute
tension –
Partie 1: Généralités**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 31.060.01; 31.060.70

ISBN 978-2-8322-1109-0

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Abbreviations	12
5 Normal and special service conditions	13
5.1 General	13
5.2 Normal service conditions	13
5.2.1 Ambient temperature	13
5.2.2 Mechanical stress and vibrations	13
5.2.3 Additional service conditions for indoor and completely immersed grading capacitor	13
5.3 Special service conditions	13
5.3.1 General	13
5.3.2 Earthquakes	13
6 Ratings.....	14
6.1 Rated voltage (U_{CR})	14
6.2 Rated insulation level	14
6.3 Rated frequency (f_r)	15
7 Design and construction	15
7.1 Capacitance tolerances	15
7.2 Capacitor loss requirements	15
7.3 Angle of mounting	15
7.4 Minimum withstand value of mechanical bending load	15
7.5 Requirements for impregnation medium in capacitor	16
7.6 Protection against corrosion	16
7.7 Nameplates	16
7.8 Creepage distances for outdoor insulators.....	16
7.9 Tightness	16
7.9.1 Liquid tightness	16
7.9.2 Gas tightness for grading capacitors immersed in gas	17
8 Type tests	17
8.1 Information for identification of specimens.....	17
8.2 Information to be included in type-test reports	17
8.3 Test conditions	18
8.4 Dielectric tests	18
8.4.1 General	18
8.4.2 Capacitance measurement at power frequency.....	19
8.4.3 Measurement of the tangent of the loss angle ($\tan\delta$)	20
8.4.4 Partial discharge test.....	20
8.4.5 Switching impulse voltage test.....	21
8.4.6 Lightning and chopped impulse voltage test.....	21
8.4.7 Power frequency voltage test.....	22
8.5 Voltage test at low and high temperature.....	22
8.6 Radio interference voltage (RIV) test.....	23
8.7 Resonance frequency measurements	23

8.8	Mechanical bending test	23
8.9	Tightness test at different temperatures	23
8.10	Tightness test to check gas ingress from a pressurised environment	24
8.11	Vibration test	24
9	Routine tests	25
9.1	General	25
9.2	Test conditions	25
9.3	Capacitance and loss angle measurement at power frequency	25
9.4	Power frequency voltage test	26
9.5	Partial discharge test.....	26
9.6	Tightness test.....	26
9.6.1	General	26
9.6.2	Oil impregnated capacitor.....	26
9.6.3	Tightness test for gas filled grading capacitors	26
9.7	Visual inspection and dimensional check.....	27
10	Recommendations for transport, storage, erection, operation and maintenance.....	27
10.1	General	27
10.2	Conditions during transport, storage and installation	27
10.3	Installation.....	27
10.4	Unpacking and lifting	28
10.5	Assembly	28
10.5.1	Mounting	28
10.5.2	Connections to metal parts	28
10.5.3	Final installation inspection.....	28
10.6	Operation	28
10.7	Maintenance.....	28
10.7.1	General	28
10.7.2	Recommendation for the installation and maintenance	28
10.7.3	Recommendations for the user	29
10.7.4	Failure report.....	29
11	Safety.....	30
11.1	General	30
11.2	Precautions by manufacturers	30
11.3	Precautions by users	31
11.4	National regulations	31
12	Environmental aspects	31
	Annex A (informative) Corrosion: Information regarding service conditions and recommended test requirements	32
	Annex B (informative) Resonance frequency measurements	33
	Bibliography.....	34
	Figure 1 – Dielectric type tests.....	19
	Figure 2 – Dielectric routine test	25
	Figure B.1 – Example of resonance frequency measurement recording (see 8.7).....	33
	Table 1 – Partial discharge test voltages and permissible levels	21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

GRADING CAPACITORS FOR HIGH-VOLTAGE ALTERNATING CURRENT CIRCUIT-BREAKERS –

Part 1: General

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 62146-1 has been prepared by IEC technical committee 33: Power capacitors and their applications.

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

FDIS	Report on voting
33/535/FDIS	33/541/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.

A list of all parts in the IEC 62146 series, published under the general title *Grading capacitors for high-voltage alternating current circuit-breakers*, 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.

GRADING CAPACITORS FOR HIGH-VOLTAGE ALTERNATING CURRENT CIRCUIT-BREAKERS –

Part 1: General

1 Scope

This part of the IEC 62146 series is applicable to grading capacitors used on circuit-breakers. Their function is to control the voltage distribution across the individual interrupter units of a multi-break circuit-breaker.

Grading capacitors can also be used in parallel to the interrupter unit on single break circuit-breakers to modify the Transient Recovery Voltage (TRV).

The grading capacitor is a sub-component for the circuit-breaker and shall be specified in accordance with the circuit-breaker specifications.

This standard applies to grading capacitors falling into one or both of the following categories for:

- mounting on air-insulated circuit-breakers;
- mounting on enclosed circuit-breakers (for example immersed in SF₆, in oil, etc.).

The testing for each of the above applications is in some cases different.

The object of this standard is:

- to define uniform rules regarding performances, testing and rating;
- to define specific safety rules;
- to provide a guidance for installation and operation.

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.

IEC 60050 (all parts), *International electrotechnical vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

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

IEC 60071-1:2006, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60270:2000, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

IEC 60376:2005, *Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF₆) for use in electrical equipment*

IEC 60507-1:1991, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems*

IEC 60567:2011, *Oil-filled electrical equipment – Sampling of gases and analysis of free and dissolved gases – Guidance*

IEC 60721-1:2002, *Classification of environmental conditions – Part 1: Environmental parameters and their severities*

IEC 60815 (all parts), *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions*

IEC 61462:2007, *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 62155:2003, *Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V*

IEC 62271-1:2007, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications*

IEC 62271-100:2008, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating current circuit-breakers*

IEC 62271-203:2003, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*

IEC 62271-300:2006, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 300: Seismic qualification of alternating current circuit-breakers*

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

CISPR 18-2:1986, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	39
1 Domaine d'application	41
2 Références normatives	41
3 Termes et définitions	42
4 Abréviations	47
5 Conditions normales et spéciales de service	48
5.1 Généralités	48
5.2 Conditions normales de service	48
5.2.1 Température ambiante	48
5.2.2 Contraintes et vibrations mécaniques	48
5.2.3 Conditions de service supplémentaires pour un condensateur de répartition utilisé en intérieur et immergé totalement	49
5.3 Conditions spéciales de service	49
5.3.1 Généralités	49
5.3.2 Séismes	49
6 Caractéristiques assignées	49
6.1 Tension assignée (U_{CF})	49
6.2 Niveau d'isolement assigné	49
6.3 Fréquence assignée (f_r)	50
7 Conception et construction	51
7.1 Tolérances de capacité	51
7.2 Exigences concernant les pertes d'un condensateur	51
7.3 Angle d'installation	51
7.4 Valeur de tenue minimale de la charge de flexion mécanique	51
7.5 Exigences concernant le milieu d'imprégnation du condensateur	51
7.6 Protection contre la corrosion	51
7.7 Plaques signalétiques	52
7.8 Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur	52
7.9 Etanchéité	52
7.9.1 Etanchéité au liquide	52
7.9.2 Etanchéité au gaz des condensateurs de répartition immergés dans un gaz	52
8 Essais de type	52
8.1 Informations pour l'identification des éprouvettes	52
8.2 Informations à inclure dans les rapports d'essai de type	53
8.3 Conditions d'essai	53
8.4 Essais diélectriques	54
8.4.1 Généralités	54
8.4.2 Mesure de la capacité à fréquence industrielle	54
8.4.3 Mesure de la tangente de l'angle de perte ($\tan\delta$)	55
8.4.4 Essai de décharges partielles	55
8.4.5 Essai de tension de chocs de manœuvre	56
8.4.6 Essai de tension de chocs de foudre et de chocs coupés	57
8.4.7 Essai de tension à fréquence industrielle	57
8.5 Essai de tension à basse et haute températures	58
8.6 Essai de tension de perturbation radioélectrique (RIV – Radio Interference voltage)	58

8.7	Mesures de la fréquence de résonance	58
8.8	Essai de flexion mécanique	58
8.9	Essai d'étanchéité à des températures différentes	59
8.10	Essai d'étanchéité permettant de vérifier la pénétration de gaz d'un environnement sous pression	59
8.11	Essai de vibrations	59
9	Essais individuels de série	60
9.1	Généralités	60
9.2	Conditions d'essai	61
9.3	Mesure de la capacité et de l'angle de perte à fréquence industrielle	61
9.4	Essai de tension à fréquence industrielle	61
9.5	Essai de décharges partielles	61
9.6	Essai d'étanchéité	62
9.6.1	Généralités	62
9.6.2	Condensateur imprégné d'huile	62
9.6.3	Essai d'étanchéité pour des condensateurs de répartition remplis de gaz	62
9.7	Inspection visuelle et vérification dimensionnelle	63
10	Recommandations pour le transport, le stockage, le montage, la manœuvre et la maintenance	63
10.1	Généralités	63
10.2	Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation	63
10.3	Installation	63
10.4	Déballage et manutention	64
10.5	Assemblage	64
10.5.1	Montage	64
10.5.2	Raccordements aux parties métalliques	64
10.5.3	Inspection finale de l'installation	64
10.6	Fonctionnement	64
10.7	Maintenance	65
10.7.1	Généralités	65
10.7.2	Recommandations pour l'installation et la maintenance	65
10.7.3	Recommandations pour l'utilisateur	65
10.7.4	Rapport de défaillance	65
11	Sécurité	67
11.1	Généralités	67
11.2	Mesures de précaution devant être prises par les constructeurs	67
11.3	Mesures de précaution devant être prises par les utilisateurs	67
11.4	Réglementations nationales	68
12	Aspects liés à l'environnement	68
	Annexe A (informative) Corrosion: Informations concernant les conditions de service et les exigences d'essai recommandées	69
	Annexe B (informative) Mesures de la fréquence de résonance	70
	Bibliographie	71
	Figure 1 – Essais de type diélectriques	54
	Figure 2 – Essai individuel de série diélectrique	61
	Figure B.1 – Exemple d'enregistrement de la mesure de la fréquence de résonance (voir 8.7)	70

Tableau 1 – Tensions d'essai de décharges partielles et niveaux admissibles56

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS DE RÉPARTITION POUR DISJONCTEURS À COURANT ALTERNATIF HAUTE TENSION –

Partie 1: Généralités

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 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 la CEI. La CEI 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 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 brevet. La CEI 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 CEI 62146-1 a été établie par le comité d'études 33 de la CEI: Condensateurs de puissance et leurs applications.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
33/535/FDIS	33/541/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/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62146, publiées sous le titre général *Condensateurs pour disjoncteurs à courant alternatif haute tension*, 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 stabilité 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.

CONDENSATEURS DE RÉPARTITION POUR DISJONCTEURS À COURANT ALTERNATIF HAUTE TENSION –

Partie 1: Généralités

1 Domaine d'application

La présente partie de la série CEI 62146 s'applique aux condensateurs de répartition utilisés sur les disjoncteurs. Ces condensateurs ont pour fonction de contrôler la répartition de la tension entre chaque interrupteur d'un disjoncteur à coupure multiple.

Les condensateurs de répartition peuvent également être utilisés parallèlement à l'interrupteur de disjoncteurs à coupure unique afin de modifier la tension transitoire de rétablissement (TRV – Transient Recovery Voltage).

Le condensateur de répartition est un sous-composant du disjoncteur et il est spécifié conformément aux spécifications des disjoncteurs.

La présente norme s'applique aux condensateurs de répartition à l'huile, à gaz et céramique relevant de l'une ou des deux catégories suivantes pour:

- l'installation sur les disjoncteurs isolés dans l'air;
- l'installation sur des disjoncteurs protégés (par exemple, immergés dans du gaz SF₆, dans l'huile, etc.).

L'essai applicable à chacune des applications susmentionnées est différent dans certains cas.

La présente norme a pour objet de:

- définir des règles uniformes concernant les performances, essais et caractéristiques assignées;
- définir des règles de sécurité spécifiques;
- fournir un guide d'installation et d'exploitation.

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).

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire électrotechnique international* (disponible sous <http://www.electropedia.org>)

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

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

CEI 60071-1:2006, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60270:2000, *Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles*

CEI 60376:2005, *Spécifications de la qualité technique de l'hexafluorure de soufre (SF₆) pour utilisation dans les appareils électriques*

CEI 60507:1991, *Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif*

IEC 60567:2011, *Matériels électriques immergés – Echantillonnage de gaz et analyse des gaz libres et dissous – Lignes directrices*

CEI 60721-1:2002, *Classification des conditions d'environnement – Partie 1: Agents d'environnement et leurs sévérités*

CEI 60815 (toutes les parties), *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions* (disponible en anglais seulement)

CEI 61462:2007, *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*

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

CEI 62271-1:2007, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes*

CEI 62271-100:2008, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*

CEI 62271-203:2003, *Appareillage à haute tension – Partie 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées supérieures à 52 kV*

CEI 62271-300:2006, *Appareillage à haute tension – Partie 300: Qualification sismique des disjoncteurs à courant alternatif*

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

CISPR 18-2:1986, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits* (disponible en anglais seulement)