

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

1071-1

Première édition
First edition
1991-09

**Condensateurs pour l'électronique
de puissance**

**Partie 1:
Généralités**

Power electronic capacitors

**Part 1:
General**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1071-1: 1991

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

1071-1

Première édition
First edition
1991-09

**Condensateurs pour l'électronique
de puissance**

**Partie 1:
Généralités**

Power electronic capacitors

**Part 1:
General**

© CEI 1991 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
SECTION 1 - GÉNÉRALITÉS	
1.1 Domaine d'application et objet	8
1.2 Références normatives	10
1.3 Définitions	10
1.4 Conditions de service	16
SECTION 2 - PRESCRIPTIONS DE QUALITÉ ET ESSAIS	
2.1 Prescriptions relatives aux essais	20
2.2 Classification des essais	22
2.3 Mesure de la capacité et de la tangente δ (essai individuel)	24
2.4 Mesure de la tangente de l'angle de pertes ($\tan \delta$) du condensateur (essai de type)	26
2.5 Essai de tension entre bornes	26
2.6 Essai en tension alternative entre les bornes et le boîtier	28
2.7 Essai du dispositif interne de décharge	28
2.8 Essai d'étanchéité	30
2.9 Essai de décharge	30
2.10 Essai de stabilité thermique	30
2.11 Essai d'autorégénération (à l'étude)	32
2.12 Mesure de la fréquence de résonance	34
2.13 Essais climatiques	34
2.14 Essais mécaniques	34
2.15 Essai d'endurance (à l'étude)	34
SECTION 3 - SURCHARGES	
3.1 Tension maximale admissible	36
SECTION 4 - RÈGLES DE SÉCURITÉ	
4.1 Dispositif de décharge	36
4.2 Connexions de masse	38
4.3 Protection de l'environnement	38
4.4 Autres règles de sécurité	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7

Clause

SECTION 1 - GENERAL

1.1 Scope and object	9
1.2 Normative references	11
1.3 Definitions	11
1.4 Service conditions	17

SECTION 2 - QUALITY REQUIREMENTS AND TESTS

2.1 Test requirements	21
2.2 Classification of tests	23
2.3 Capacitance and $\tan \delta$ measurements (routine test)	25
2.4 Capacitor loss tangent ($\tan \delta$) measurement (type test)	27
2.5 Voltage test between terminals	27
2.6 A.C. voltage test between terminals and container	29
2.7 Test of internal discharge device	29
2.8 Sealing test	31
2.9 Surge discharge test	31
2.10 Thermal stability test	31
2.11 Self-healing test (under consideration)	33
2.12 Resonance frequency measurement	35
2.13 Climatic tests	35
2.14 Mechanical tests	35
2.15 Endurance test (under consideration)	35

SECTION 3 - OVERLOADS

3.1 Maximum permissible voltage	37
---------------------------------------	----

SECTION 4 - SAFETY REQUIREMENTS

4.1 Discharge device	37
4.2 Container connections	39
4.3 Protection of the environment	39
4.4 Other safety requirements	39

Articles

Pages

SECTION 5 - MARQUAGES

5.1	Marquage des unités	38
-----	---------------------------	----

SECTION 6 - DIRECTIVES POUR L'INSTALLATION ET L'UTILISATION

6.1	Généralités	40
6.2	Choix de la tension assignée	42
6.3	Température de fonctionnement	42
6.4	Conditions spéciales de service	48
6.5	Surtensions	48
6.6	Surcharges	50
6.7	Appareils de commande et de protection	50
6.8	Raccordement	50
6.9	Choix de la ligne de fuite	52
6.10	Connexions en parallèle de condensateurs	52
6.11	Condensateurs connectés en série	52
6.12	Pertes magnétiques et courants de Foucault	52

ANNEXES (normatives)

A	Formes d'onde	54
B	Limites de fonctionnement des condensateurs en tension sinusoïdale, en fonction de la fréquence et à la température maximale ($\theta_{\max}$)	58
C	Méthodes de mesure de la fréquence de résonance	62

Clause	Page
--------	------

SECTION 5 - MARKINGS

5.1 Marking of the units	39
--------------------------------	----

SECTION 6 - GUIDE TO INSTALLATION AND OPERATION

6.1 General	41
6.2 Choice of the rated voltage	43
6.3 Operating temperature	43
6.4 Special service conditions	49
6.5 Overvoltages	49
6.6 Overload currents	51
6.7 Switching and protective devices	51
6.8 Connections	51
6.9 Choice of creepage distance	53
6.10 Parallel connections of capacitors	53
6.11 Series connections of capacitors	53
6.12 Magnetic losses and eddy currents	53

ANNEXES (normative)

A Waveforms	55
B Operational limits of capacitors with sinusoidal voltages as a function of frequency, and at maximum temperature ($\theta_{\max}$)	59
C Resonance frequency measuring methods	63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS POUR L'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

Partie 1: Généralités

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

La présente partie de la Norme internationale CEI 1071 a été établie par le Comité d'Etudes n° 33 de la CEI: Condensateurs de puissance.

Le texte de cette partie est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
33(BC)90	33(BC)95

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

Les annexes A, B et C font partie intégrante de cette partie de la CEI 1071.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER ELECTRONIC CAPACITORS

Part 1: General

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

This International Standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 33: Power capacitors.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
33(CO)90	33(CO)95

Full information on the voting for the approval of this part can be found in the Voting Report indicated in the above table.

Annexes A, B and C form an integral part of this part of IEC 1071.

CONDENSATEURS POUR L'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

Partie 1: Généralités

SECTION 1 - GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 1071 s'applique aux condensateurs destinés à être utilisés dans les équipements d'électronique de puissance, particulièrement pour:

- la commutation et la protection de semi-conducteurs,
- le filtrage et le stockage d'énergie.

La tension assignée des condensateurs couverts par cette partie est limitée à 10 000 V.

La fréquence de fonctionnement des systèmes utilisant ces condensateurs est généralement inférieure à 1 000 Hz, mais les fréquences d'impulsions peuvent atteindre plusieurs kilohertz, voire dans certains cas plus de 10 000 Hz.

Une distinction est faite entre les condensateurs pour courants alternatifs et les condensateurs pour courants continus.

Ils sont considérés comme des composants montés dans un boîtier fermé.

Les condensateurs concernés par cette partie comprennent les condensateurs destinés à être utilisés dans les appareillages électroniques de puissance tels que les convertisseurs à semiconducteurs selon la CEI 146 ou la CEI 411.

NOTES

1 Les condensateurs suivants sont exclus de cette partie:

- Condensateurs destinés à des installations de production de chaleur par induction, soumis à des fréquences comprises entre 40 et 24 000 Hz. (CEI 110).
- Condensateurs utilisés pour les moteurs et similaires (CEI 252).
- Condensateurs de filtrage d'harmonique des réseaux.
- Petits condensateurs à courant alternatif utilisés pour les lampes fluorescentes et à décharge (CEI 566).
- Condensateurs d'antiparasitage (CEI 384-14).
- Condensateurs shunt destinés à être installés sur des réseaux à courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 000 V (CEI 871-1, 2).
- Condensateurs shunt de puissance autorégénérateurs destinés à être installés sur des réseaux à courant alternatif de tension assignée inférieure ou égale à 1 000 V (CEI 831-1, 2).
- Condensateurs shunt de puissance non autorégénérateurs destinés à être utilisés sur des réseaux à courant alternatif de tension assignée inférieure ou égale à 1 000 V (CEI 931-1, 2).
- Condensateurs pour l'électronique, qui ne sont pas utilisés dans les circuits de puissance (CEI 80 et CEI 166).
- Condensateurs-série destinés à être utilisés sur des réseaux (CEI 143).
- Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs (CEI 358).
- Condensateurs pour des applications exigeant le stockage d'énergie ou de fortes décharges de courant, comme les photocopieurs et les lasers.
- Condensateurs pour les fours à micro-ondes.

2 Sont en cours d'examen des prescriptions additionnelles pour les condensateurs protégés par des fusibles internes et disconnecteurs internes, ainsi que les essais d'autorégénération, d'endurance et de destruction.

3 Cette norme couvre une très grande variété de technologies de condensateurs pour répondre à de nombreuses applications.

Des exemples sont donnés en section 6.

POWER ELECTRONIC CAPACITORS

Part 1: General

SECTION 1 - GENERAL

1.1 Scope and object

This part of IEC 1071 applies to capacitors intended to be used in power electronic equipment, particularly for:

- semiconductor switching and protection,
- filtering and energy storage.

The rated voltage of capacitors covered by this part is limited to 10 000 V.

The operating frequency of the systems in which these capacitors are used is usually below 1 000 Hz, while the pulse frequencies may go up to several 1 000 Hz in some cases beyond 10 000 Hz.

It distinguishes between a.c. capacitors and d.c. capacitors.

They are considered as components mounted in enclosures.

Capacitors within the scope of this part include those capacitors intended for use in power electronic equipment such as: Semiconductor converters according to IEC 146 or IEC 411.

NOTES

1 The following are excluded from this part:

- Capacitors for induction heat-generating plants operating at frequencies between 40 and 24 000 Hz (IEC 110).
- Capacitors for motor applications and the like (IEC 252).
- Capacitors to be used in circuits for blocking one or more harmonics in power supply networks.
- Small a.c. capacitors as used for fluorescent and discharge lamps (IEC 566).
- Capacitors for suppression of radio interference (IEC 384-14).
- Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1 000 V (IEC 871-1, 2).
- Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1 000 V (IEC 831-1, 2).
- Shunt power capacitors of the non self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1 000 V (IEC 931-1, 2).
- Electronic capacitors not used in power circuits, (IEC 80 and 166).
- Series capacitors for power systems (IEC 143).
- Coupling capacitors and capacitor dividers (IEC 358).
- Capacitors for applications requiring energy storage/high current discharge such as photocopiers and lasers.
- Capacitors for microwave ovens.

2 Additional requirements for capacitors to be protected by internal fuses and internal disconnecting devices, as well as requirements for self-healing tests, endurance tests and destruction tests are under consideration.

3 This standard covers an extremely wide range of capacitor technologies for numerous applications.

Examples are given in section 6.

La présente norme a pour objet:

- a) de formuler des règles uniformes pour les performances, les essais et les caractéristiques assignées;
- b) de formuler des règles spécifiques de sécurité;
- c) de fournir un guide pour l'installation et pour l'utilisation.

1.2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 1071. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 1071 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 68: Essais d'environnement.

CEI 68-2-6: 1982, Essais d'environnement - Deuxième partie: Essais - Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales).

CEI 146: Convertisseurs à semiconducteurs.

CEI 411: Convertisseurs de puissance pour la traction.

CEI 664A: 1981, Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension, y compris les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des matériels. Premier complément.

1.3 Définitions

1.3.1 élément de condensateur (ou élément): Partie indivisible de condensateur, constituée de deux électrodes séparées par un diélectrique.

1.3.2 condensateur unitaire (ou unité): Ensemble d'un ou de plusieurs éléments de condensateurs placés dans une même enveloppe et reliés à des bornes de sortie.

1.3.3 batterie de condensateurs: Ensemble de deux ou de plusieurs condensateurs unitaires, connectés électriquement entre eux.

1.3.4 condensateur: Terme général utilisé quand il n'est pas nécessaire de faire référence à un élément, à une unité ou à une batterie de condensateurs.

1.3.5 ensemble de condensateurs: Ensemble de condensateurs unitaires avec leurs accessoires de connexion à un réseau.

The object of this standard is:

- a) to formulate uniform rules regarding performances, testing and rating;
- b) to formulate specific safety rules;
- c) to provide a guide for installation and operation.

1.2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 1071. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 1071 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 68: *Environmental testing.*

IEC 68-2-6: 1982, *Environmental testing - Part 2: Tests - Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidal).*

IEC 146: *Semiconductor converters.*

IEC 411: *Power converters for electric traction.*

IEC 664A: 1981, *Insulation co-ordination within low-voltage systems, including clearances and creepage distances for equipment. First supplement.*

1.3 Definitions

1.3.1 capacitor element (or element): An indivisible part of a capacitor consisting of two electrodes separated by a dielectric.

1.3.2 capacitor unit (or unit): An assembly of one or more capacitor elements in the same container with terminals brought out.

1.3.3 capacitor bank: An assembly of two or more capacitor units, electrically connected to each other.

1.3.4 capacitor: A general term used when it is not necessary to state whether reference is made to an element, a unit or a capacitor bank.

1.3.5 capacitor equipment: An assembly of capacitor units and their accessories intended for connection to a network.

1.3.6 condensateur pour électronique de puissance: Condensateur de puissance destiné à être utilisé dans des appareillages d'électronique de puissance et capable de fonctionner continuellement avec des intensités et tensions non sinusoïdales.

1.3.7 condensateur à armature métallique (non auto-régénérateur): Condensateur dont les électrodes sont constituées généralement par des feuilles métalliques séparées par un diélectrique. En cas de claquage du diélectrique, le condensateur ne se restaure pas.

1.3.8 condensateur auto-régénérateur, à diélectrique métallisé: Condensateur dont les électrodes sont métallisées (généralement par évaporation). En cas de claquage du diélectrique, le condensateur se restaure.

1.3.9 condensateur pour courant alternatif: Condensateur essentiellement conçu pour travailler avec une tension alternative.

NOTE - Les condensateurs pour courant alternatif peuvent être utilisés avec une tension continue jusqu'à la tension assignée, mais seulement avec l'autorisation du constructeur de condensateurs.

1.3.10 condensateur pour courant continu: Condensateur essentiellement conçu pour travailler avec une tension continue.

NOTE - Les condensateurs pour courant continu peuvent être utilisés avec une tension alternative, mais seulement avec l'autorisation du constructeur de condensateurs.

1.3.11 modèle de condensateur: Petite unité pour simuler les essais électriques d'une unité complète ou d'un élément, sans réduire la sévérité des conditions électriques, thermiques ou mécaniques.

NOTE - Il faut considérer toujours la somme combinée des contraintes; par exemple la somme des conditions thermiques et mécaniques et des contraintes électriques.

1.3.12 coupe-circuit interne (d'un élément): Dispositif incorporé au condensateur qui déconnecte un élément ou un groupe d'éléments dans le cas d'un claquage.

1.3.13 déconnecteur de surpression: Système de déconnexion prévu pour couper le courant en cas d'accroissement anormal de la pression interne du condensateur.

1.3.14 dispositif interne de décharge: Dispositif pouvant être incorporé dans un condensateur et connecté aux bornes de l'unité, capable de ramener pratiquement à zéro la tension résiduelle du condensateur après qu'il a été déconnecté de sa source d'alimentation.

1.3.15 tension assignée en courant alternatif (U_N): Tension crête récurrente maximale de service de l'une ou de l'autre des polarités d'une forme d'onde réversible pour laquelle le condensateur a été conçu.

NOTES

- 1 L'onde peut avoir différentes formes - des exemples sont donnés dans l'annexe A.
- 2 La valeur moyenne de la forme d'onde peut être positive ou négative.
- 3 Il est important de noter que la tension assignée en courant alternatif n'est pas une valeur efficace.

1.3.6 power electronic capacitor: A power capacitor intended to be used in power electronic equipment and capable of operating continuously under non-sinusoidal current and voltage.

1.3.7 metal-foil capacitor (non self-healing): A capacitor in which the electrodes usually consist of metal foils separated by a dielectric, in the event of breakdown of the dielectric, the capacitor does not restore itself.

1.3.8 self-healing metallized dielectric capacitor: A capacitor, the electrodes of which are metallized (usually by evaporation); in the event of dielectric breakdown, the capacitor restores itself.

1.3.9 a.c. capacitor: A capacitor essentially designed for operation with alternating voltage.

NOTE - A.C. capacitors may be used with d.c. voltage up to the rated voltage only where authorized by the capacitor manufacturer.

1.3.10 d.c. capacitor: A capacitor essentially designed for operation with direct voltage.

NOTE - D.C. capacitors may be used with a.c. voltages only where authorized by the capacitor manufacturer.

1.3.11 model capacitor: A smaller unit which simulates a complete unit or element in an electrical test, without reducing the severity of the electrical, thermal or mechanical conditions.

NOTE - The combined sum of stresses should always be considered, for instance the sum of temperature, mechanical conditions and electrical stresses.

1.3.12 Internal (element) fuse: A device incorporated in the capacitor which disconnects an element or a group of elements in the event of breakdown.

1.3.13 overpressure disconnecter: A disconnecting device designed to interrupt the current path in the case of abnormal increase of the internal pressure.

1.3.14 Internal discharge device: A device incorporated in the capacitor connecting the terminals of the unit, capable of reducing the residual voltage effectively to zero after the capacitor has been disconnected from the supply.

1.3.15 rated a.c. voltage (U_N): The maximum operating peak recurrent voltage of either polarity of a reversing type waveform for which the capacitor has been designed.

NOTES

- 1 The waveform can have many shapes - examples are given in annex A.
- 2 The mean value of the waveform may be positive or negative.
- 3 It is important to note that the rated a.c. voltage is not an r.m.s. value.

1.3.16 tension assignée en courant continu (U_N): Tension crête maximale de service de l'une ou l'autre des polarités, mais d'une forme d'onde non réversible pour laquelle, en fonctionnement continu, le condensateur a été conçu.

1.3.17 tension d'ondulation (u_r): Composante alternative crête à crête de la tension unidirectionnelle.

1.3.18 surtension non récurrente (u_s): Tension crête produite par une commutation ou par tout autre type de parasite du système qui est tolérable un nombre limité de fois et pendant une durée plus courte que la période de base.

1.3.19 tension d'isolement (U_i): Valeur efficace assignée de la tension d'isolation des éléments de condensateurs et bornes par rapport au boîtier ou à la terre. Si elle n'est pas spécifiée, la valeur efficace de la tension d'isolement est équivalente à la tension assignée divisée par $\sqrt{2}$.

1.3.20 courant crête maximal ($\hat{I}$): Amplitude maximale instantanée du courant qui existe en fonctionnement continu.

1.3.21 courant maximum ($I_{\max}$): Valeur efficace maximale du courant pour un fonctionnement continu.

1.3.22 surintensité maximale (I_s): Courant crête admissible produit par une commutation ou par tout autre parasite du système qui est autorisé un nombre limité de fois.

1.3.23 fréquence des impulsions (f_p): Récurrence des impulsions périodiques de courant.

1.3.24 largeur des impulsions de courant (τ): Durée de courant de charge ou de décharge, d'une valeur de tension à une autre du condensateur.

NOTE - Des exemples d'impulsion de courant sont données en annexe A.

1.3.25 fréquence de résonance (f_r): Plus basse fréquence pour laquelle l'impédance du condensateur est minimale.

1.3.26 cycle de fonctionnement:

a) **service continu:** Temps de fonctionnement pendant lequel le condensateur est la plupart du temps à son équilibre thermique.

b) **service intermittent:** Fonctionnement discontinu avec des conditions de charge variables qu'il convient de décrire en termes de périodes de marche-arrêt avec leur durée.

1.3.27 température de fonctionnement: Température du point le plus chaud du boîtier du condensateur à l'équilibre thermique.

1.3.28 température de fonctionnement minimale ($\theta_{\min}$): Plus basse température à laquelle le condensateur peut être mis sous tension.

1.3.16 rated d.c. voltage (U_N): The maximum operating peak voltage of either polarity but of a non-reversing type waveform, for which the capacitor has been designed, for continuous operation.

1.3.17 ripple voltage (u_r): The peak-to-peak alternating component of the unidirectional voltage.

1.3.18 non-recurrent surge voltage (u_s): A peak voltage induced by a switching or any other disturbance of the system which is allowed for a limited number of times and for durations shorter than the basic period.

1.3.19 insulation voltage (U_i): The r.m.s. rated value of the insulation voltage of capacitive elements and terminals to case or earth. If not specified, the r.m.s. value of the insulating voltage is equivalent to the rated voltage divided by $\sqrt{2}$.

1.3.20 maximum peak current ($\hat{i}$): The maximum current amplitude which occurs instantaneously during continuous operation.

1.3.21 maximum current ($I_{\max}$): The maximum r.m.s. current for continuous operation.

1.3.22 maximum surge current (I_s): The admissible peak current induced by a switching or any other disturbance of the system which is allowed for a limited number of times.

1.3.23 pulse frequency (f_p): The repetition rate of periodic current pulses.

1.3.24 current pulse width (τ): The time of current flow during the charging or discharging from one voltage value to another, of the capacitor.

NOTE - The pulse current waveform examples are shown in annex A.

1.3.25 resonance frequency (f_r): The lowest frequency at which the impedance of the capacitor becomes minimum.

1.3.26 duty cycle:

a) **continuous duty:** Operation time such that a capacitor is at thermal equilibrium for most of the time.

b) **Intermittent duty:** Discontinuous working or operation with variable loads which should be described in terms of ON/OFF or HIGH/LOW periods with their durations.

1.3.27 operating temperature: The temperature of the hottest point on the case of the capacitor in thermal equilibrium.

1.3.28 lowest operating temperature ($\theta_{\min}$): The lowest temperature at which the capacitor may be energized.

1.3.29 élévation de température du boîtier ($\Delta\theta_{\text{boîtier}}$): Différence de température entre le point le plus chaud du boîtier et la température de l'air de refroidissement.

1.3.30 température de l'air de refroidissement (θ_{amb}): Température de l'air de refroidissement mesurée au point le plus chaud de la batterie dans un état stable et à mi-chemin entre deux unités. S'il n'y a qu'une seule unité à prendre en considération, c'est la température mesurée à un point situé approximativement à 0,1 m du boîtier du condensateur et aux deux tiers de sa hauteur depuis sa base.

1.3.31 température maximale de fonctionnement (θ_{max}): Température maximale du boîtier à laquelle le condensateur peut fonctionner.

1.3.32 état stable: Equilibre thermique atteint par le condensateur sous une charge constante et à une température d'air de refroidissement constante.

1.3.33 pertes d'un condensateur: Puissance active dissipée par le condensateur.

NOTE - Sauf indication contraire, les pertes du condensateur comprennent également les pertes dans les fusibles et dans les résistances de décharge qui font partie intégrante du condensateur.

Aux hautes fréquences, les pertes du condensateur sont particulièrement dues aux connexions, contacts, et électrodes.

1.3.34 tangente de l'angle de pertes ($\text{tg } \delta$) du condensateur: Rapport entre la résistance série équivalente et la réactance capacitive du condensateur à une tension alternative sinusoïdale et à une fréquence spécifiées.

1.3.35 résistance série équivalente du condensateur: Résistance effective pour laquelle, si elle était connectée en série avec un condensateur parfait de même valeur que le condensateur en question, la puissance active dissipée serait la même que celle du condensateur dans les conditions de fonctionnement spécifiées.

1.3.36 puissance maximale des pertes (P_{max}): Puissance maximale des pertes avec laquelle le condensateur peut être chargé à la température maximale de boîtier.

1.4 Conditions de service

1.4.1 Conditions normales de service

La présente partie de la CEI 1071 s'applique aux condensateurs destinés à être utilisés dans les conditions suivantes:

1.4.1.1 Altitude

Ne doit pas excéder 1 000 m.

NOTE - Il convient que l'effet de l'altitude sur le refroidissement par convection et sur les isolations externes soit pris en considération lorsque l'altitude excède 1 000 m.

1.4.1.2 Température de fonctionnement en convection naturelle

Les condensateurs sont caractérisés:

- par la température la plus basse de fonctionnement à laquelle ils peuvent être mis sous tension, choisie parmi trois valeurs préférentielles: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$;

1.3.29 container temperature rise ($\Delta\theta_{\text{case}}$): The difference between the temperature of the hottest point of the container and the temperature of the cooling air.

1.3.30 cooling-air temperature (θ_{amb}): The temperature of the cooling air measured at the hottest position in the bank, under steady-state conditions, midway between two units. If only one unit is involved, it is the temperature measured at a point approximately 0,1 m away from the capacitor container and at two-thirds of the height from its base.

1.3.31 maximum operating temperature (θ_{max}): The highest temperature of the case at which the capacitor may be operated.

1.3.32 steady-state condition: Thermal equilibrium attained by the capacitor at constant output and at constant cooling-air temperature.

1.3.33 capacitor losses: The active power consumed by a capacitor.

NOTE - Unless otherwise stated, the capacitor losses will be understood to include losses in fuses and discharge resistors forming an integral part of the capacitor.

At high frequency the capacitor losses are predominantly due to losses in connections, contacts, and electrodes.

1.3.34 tangent of the loss angle ($\tan \delta$) of a capacitor: The ratio between the equivalent series resistance and the capacitive reactance of a capacitor at a specified sinusoidal alternating voltage and frequency.

1.3.35 equivalent series resistance of a capacitor: An effective resistance which, if connected in series with an ideal capacitor of capacitance value equal to that of the capacitor in question, would have a power loss equal to the active power dissipated in that capacitor under specified operating conditions.

1.3.36 maximum power loss (P_{max}): The maximum power loss with which the capacitor may be loaded at the maximum case temperature.

1.4 Service conditions

1.4.1 Normal service conditions

This part of IEC 1071 gives requirements for capacitors intended for use in the following conditions:

1.4.1.1 Altitude

Not exceeding 1 000 m.

NOTE - The effect of altitude on convection cooling and external insulation should be taken into consideration, if the altitude exceeds 1 000 m.

1.4.1.2 Operating temperature with natural air cooling

Capacitors are characterized by

- the lowest operating temperature at which the capacitor may be energized chosen from the three preferred values $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- par la limite supérieure de température du boîtier à laquelle ils peuvent fonctionner, choisie parmi les valeurs 55 °C, 70 °C et 85 °C.

1.4.1.3 Température de fonctionnement en convection forcée

Si les condensateurs sont conçus pour un refroidissement forcé par un fluide, les conditions de température de fonctionnement spécifiées en 1.4.1.2 doivent être observées.

Les valeurs de température maximales préférentielles du fluide de refroidissement, données dans le tableau 1 suivant, doivent être appliquées. La température à l'entrée la plus basse pour le refroidissement par eau peut être de 5 °C.

Tableau 1 - Température maximale du fluide de refroidissement pendant un temps illimité (valeurs en degrés Celsius)

Températures à l'entrée	Températures à la sortie
35	40
45	50
55	60

Il y a deux méthodes pour spécifier la limite supérieure de température du fluide de refroidissement. On utilise soit la température à l'entrée, soit la température à la sortie.

Sauf indication contraire, le choix de la température doit être laissé au fabricant de condensateurs.

Pour la méthode à l'entrée, le débit du fluide refroidisseur doit être spécifié.

1.4.1.4 Ces recommandations sont applicables aux condensateurs conçus pour être utilisés dans des appareillages électroniques de puissance et qui sont donc considérés comme des composants de ces appareillages.

Par exemple: convertisseur à semiconducteurs selon la CEI 146 ou la CEI 411.

Ils sont généralement incorporés dans des compartiments, mais l'air forcé de refroidissement peut les exposer aux conditions de l'air extérieur (température basse, haut taux d'humidité, pollution).

1.4.2 Conditions de service inhabituelles

Sauf accord contraire passé entre fabricant et acheteur, la présente partie de la CEI 1071 ne s'applique pas aux condensateurs dont les conditions de service, prises en général, ne sont pas compatibles avec ses prescriptions.

Les conditions inhabituelles de service demandent des mesures additionnelles qui assurent que les conditions décrites dans cette partie sont compatibles avec ces éventuelles conditions inhabituelles de service.

- and its upper limit of case temperature at which the capacitor may be operated, chosen the values 55 °C, 70 °C and 85 °C.

1.4.1.3 *Operating temperature with forced cooling*

If capacitors are intended for forced cooling with a fluid medium, the operating temperature conditions specified in 1.4.1.2 shall be observed.

The following table 1 of preferred maximum temperatures of the cooling fluid shall be applied. The lowest inlet temperature for water cooling may be 5 °C.

Table 1 - Maximum temperature (°C) of the cooling medium for unlimited time

Inlet temperature	Outlet temperature
35	40
45	50
55	60

There are two methods of specifying the upper temperature limit of the cooling medium using either the inlet temperature or the outlet temperature.

Unless otherwise agreed, the choice of the method shall be left to the capacitor manufacturer.

For the inlet method the flow of the cooling medium must be specified.

1.4.1.4 This recommendation applies to capacitors intended for use in power electronic equipment and which are hence considered as components of such equipment.

For instance: semiconductor converters according to IEC 146 or IEC 411.

They are generally located in compartments but forced air cooling may expose them to outdoor air conditions (i.e. low temperatures, high humidity and pollution).

1.4.2 *Unusual service conditions*

This part of IEC 1071 does not apply to capacitors whose service conditions are such as to be in general incompatible with its requirements, unless otherwise agreed between manufacturer and purchaser.

Unusual service conditions require additional measurements, which ensure that the conditions of this part are complied with even under these unusual service conditions.

Si de telles conditions inhabituelles de service existent, elles doivent être notifiées au fabricant de condensateurs.

De telles conditions inhabituelles de service sont:

- chocs et vibrations mécaniques inhabituelles,
- refroidissement par eau avec des particules corrosives ou obturantes (eau de mer, eau très dure),
- particules corrosives et abrasives dans l'air de refroidissement,
- poussières conductrices dans l'air de refroidissement,
- vapeur d'huile ou d'eau, ou substances corrosives,
- gaz ou poussières explosifs,
- rayonnement nucléaire,
- température inhabituelle de stockage ou de transport,
- humidité inhabituelle (région tropicale ou subtropicale),
- variations excessives et rapides de température (plus de 5 °C par heure) ou d'humidité (plus de 5 % par heure),
- aires de fonctionnement à plus de 1 000 m au-dessus du niveau de la mer,
- champs électromagnétiques superposés,
- surtensions excessives, si elles excèdent les limites données à la section 3.

SECTION 2 - PRESCRIPTIONS DE QUALITÉ ET ESSAIS

2.1 Prescriptions relatives aux essais

2.1.1 Généralités

Cette section donne les prescriptions relatives aux essais des condensateurs unitaires.

Les supports isolants, les commutateurs et les transformateurs de mesure et autres composants des batteries de condensateurs ou ensembles de condensateurs doivent suivre les dispositions des normes de la CEI qui les concernent.

2.1.2 Conditions d'essais

Sauf spécification contraire pour un essai ou une mesure particulière, la température du diélectrique du condensateur doit être comprise entre +5 °C et +35 °C.

Si des corrections sont nécessaires, la température de référence doit être +20 °C sauf accord contraire entre le fabricant et l'acheteur.

NOTE - Cela suppose que la température du diélectrique soit la même que la température ambiante et que le condensateur ait été laissé hors tension à une température ambiante constante pendant une durée suffisante.

Les essais et mesures en courant alternatif doivent être effectués avec une tension sinusoïdale de 50 Hz ou 60 Hz sauf spécification contraire.