

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60384-1

QC 300000

Troisième édition
Third edition
1999-03

**Condensateurs fixes utilisés
dans les équipements électroniques –**

**Partie 1:
Spécification générique**

Fixed capacitors for use in electronic equipment –

**Part 1:
Generic specification**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60384-1:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60384-1

QC 300000

Troisième édition
Third edition
1999-03

**Condensateurs fixes utilisés
dans les équipements électroniques –**

**Partie 1:
Spécification générique**

Fixed capacitors for use in electronic equipment –

**Part 1:
Generic specification**

© IEC 1999 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 photo-copie 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XB**

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Références normatives	8
2 Caractéristiques techniques	12
2.1 Unités et symboles	12
2.2 Définitions	12
2.3 Valeurs préférentielles	22
2.4 Marquage	24
3 Procédures d'assurance de la qualité	24
3.1 Généralités	24
3.2 Etape initiale de fabrication	26
3.3 Sous-traitance	26
3.4 Modèles associables	26
3.5 Procédures d'homologation	28
3.6 Procédures d'agrément de savoir-faire	30
3.7 Retouche et réparation	42
3.8 Acceptation pour livraison	42
3.9 Rapports certifiés d'essais des lots acceptés	42
3.10 Livraison différée	44
3.11 Méthodes d'essai de remplacement	44
3.12 Fabrication située en dehors des limites géographiques des inspections IECQ	44
3.13 Valeurs intermédiaires à l'intérieur de la gamme approuvée	44
3.14 Paramètres non vérifiés	44
4 Méthodes d'essais et de mesures	46
4.1 Généralités	46
4.2 Conditions atmosphériques normales	46
4.3 Séchage	48
4.4 Examen visuel et vérification des dimensions	48
4.5 Résistance d'isolement	50
4.6 Tension de tenue	54
4.7 Capacité	60
4.8 Tangente de l'angle de pertes et résistance série équivalente (RSE)	62
4.9 Courant de fuite	62
4.10 Impédance	64
4.11 Inductance et fréquence de résonance propre	66
4.12 Sortie de l'armature extérieure	72
4.13 Robustesse des sorties	74
4.14 Résistance à la chaleur de brasage	76

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
1 General.....	9
1.1 Scope	9
1.2 Normative references.....	9
2 Technical data	13
2.1 Units and symbols.....	13
2.2 Definitions.....	13
2.3 Preferred values.....	23
2.4 Marking.....	25
3 Quality assessment procedures.....	25
3.1 General.....	25
3.2 Primary stage of manufacture.....	27
3.3 Subcontracting.....	27
3.4 Structurally similar components.....	27
3.5 Qualification approval procedures	29
3.6 Capability approval procedures.....	31
3.7 Rework and repair.....	43
3.8 Release for delivery	43
3.9 Certified test records of released lots	43
3.10 Delayed delivery.....	45
3.11 Alternative test methods.....	45
3.12 Manufacture outside the geographical limits of IECQ NSIs.....	45
3.13 Intermediate values within an approved range	45
3.14 Unchecked parameters.....	45
4 Tests and measurement procedures.....	47
4.1 General.....	47
4.2 Standard atmospheric conditions.....	47
4.3 Drying.....	49
4.4 Visual examination and check of dimensions	49
4.5 Insulation resistance	51
4.6 Voltage proof	55
4.7 Capacitance.....	61
4.8 Tangent of loss angle and equivalent series resistance (ESR)	63
4.9 Leakage current.....	63
4.10 Impedance	65
4.11 Inductance and self-resonant frequency	67
4.12 Outer foil termination.....	73
4.13 Robustness of terminations	75
4.14 Resistance to soldering heat	77

Articles	Pages
4.15 Brasabilité.....	78
4.16 Variations rapides de température.....	80
4.17 Vibrations	80
4.18 Secousses	80
4.19 Chocs	82
4.20 Etanchéité des boîtiers.....	82
4.21 Séquence climatique	82
4.22 Essai continu de chaleur humide	84
4.23 Endurance	86
4.24 Variation de capacité en fonction de la température.....	90
4.25 Stockage.....	94
4.26 Surtension	94
4.27 Essai de charge et décharge et de courant d'appel.....	98
4.28 Essai de tenue à la pression interne (pour les condensateurs électrolytiques à l'aluminium)	100
4.29 Caractéristiques à hautes et basses températures.....	102
4.30 Essai de stabilité thermique.....	102
4.31 Résistance du composant aux solvants.....	102
4.32 Résistance du marquage aux solvants.....	104
4.33 Montage (pour les condensateurs pour montage en surface uniquement)	104
4.34 Essai de cisaillement (auparavant adhérence)	108
4.35 Essai de pliage du substrat (robustesse des extrémités métallisées)	108
4.36 Absorption diélectrique.....	110
4.37 Essai continu de chaleur humide accéléré (pour condensateurs céramiques multicouches seulement).....	112
4.38 Inflammabilité passive.....	114
4.39 Essai aux surintensités.....	114
4.40 Surtension transitoire (pour condensateurs électrolytiques à électrolyte non solide)....	118
Annexe A (normative) Interprétation des plans et règles d'échantillonnage décrits dans la CEI 60410 pour leur usage à l'intérieur du système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ)	122
Annexe B (normative) Règles pour la préparation des spécifications particulières pour des condensateurs et des résistances pour équipements électroniques.....	124
Annexe C (normative) Disposition de la première page d'une spécification PCP/CQC.....	126
Annexe D (normative) Exigences pour le rapport d'essai d'agrément de savoir-faire.....	128
Annexe E (informative) Guide pour l'essai en impulsion des condensateurs	130
Annexe F (informative) Guide pour l'extension des essais d'endurance sur les condensateurs fixes	136

Clause	Page
4.15 Solderability	79
4.16 Rapid change of temperature	81
4.17 Vibration	81
4.18 Bump	81
4.19 Shock	83
4.20 Container sealing	83
4.21 Climatic sequence	83
4.22 Damp heat, steady state	85
4.23 Endurance	87
4.24 Variation of capacitance with temperature	91
4.25 Storage	95
4.26 Surge	95
4.27 Charge and discharge tests and inrush current test	99
4.28 Pressure relief (for aluminium electrolytic capacitors)	101
4.29 Characteristics at high and low temperature	103
4.30 Thermal stability test	103
4.31 Component solvent resistance	103
4.32 Solvent resistance of marking	105
4.33 Mounting (for surface mount capacitors only)	105
4.34 Shear (formerly adhesion) test	109
4.35 Substrate bending test (formerly bond strength of the end face plating)	109
4.36 Dielectric absorption	111
4.37 Accelerated damp heat, steady state (for multilayer ceramic capacitors only) ...	113
4.38 Passive flammability	115
4.39 High surge current test	115
4.40 Voltage transient overload (for aluminium electrolytic capacitors with non-solid electrolyte)	119
Annex A (normative) Interpretation of sampling plans and procedures as described in IEC 60410 for use within the IEC quality assessment system for electronic components (IECQ)	123
Annex B (normative) Rules for the preparation of detail specifications for capacitors and resistors for electronic equipment	125
Annex C (normative) Layout of the first page of a PCP/CQC specification	127
Annex D (normative) Requirements for capability approval test report	129
Annex E (informative) Guide for pulse testing of capacitors	131
Annex F (informative) Guidance for the extension of endurance tests on fixed capacitors ...	137

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 1: Spécification générique

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60384-1 a été établie par le comité d'études 40 de la CEI: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette troisième édition remplace la deuxième édition, parue en 1982.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/1057/FDIS	40/1108/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.

Le numéro QC qui figure sur la page de couverture de la présente publication est le numéro spécification dans le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ).

Les annexes A et B font partie intégrante de cette norme.

Les annexes C et D sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 1: Generic specification**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its Standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60384-1 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This third edition replaces the second edition published in 1982.

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

FDIS	Report on voting
40/1057/FDIS	40/1108/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.

The QC number that appears on the front cover of this publication is the specification number in the IECQ Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ).

Annexes A and B form an integral part of this standard.

Annexes C and D are for information only.

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 1: Spécification générique

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60384 est une spécification générique, qui s'applique aux condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques.

Elle établit des définitions, des procédures de contrôle et des méthodes d'essai normalisées à utiliser dans les spécifications intermédiaires et particulières des composants électroniques, pour les systèmes d'assurance de la qualité ou pour tout autre usage.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

Dans le cas de la CEI 60068, l'édition de référence doit être utilisée, indépendamment de toute nouvelle édition.

CEI 60027-1:1992, *Symboles littéraux à utiliser en électronique – Partie 1: Généralités*

CEI 60050: *Vocabulaire électrotechnique international (VEI)*

CEI 60062:1992, *Codes pour le marquage des résistances et des condensateurs*

CEI 60063:1963, *Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs (comprenant les modifications 1 (1967) et 2 (1977))*

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*
Amendement 1 (1992)

CEI 60068-2-1:1990, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais A: Froid*
Amendement 1 (1993)
Amendement 2 (1994)

CEI 60068-2-2:1974, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*
Amendement 1 (1993)
Amendement 2 (1994)

CEI 60068-2-3:1969, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide (comprenant la modification 1 (1984))*

CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-13:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai M: Basse pression atmosphérique*

CEI 60068-2-14:1984, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai N: Variations de température*
Amendement 1 (1986)

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 1: Generic specification

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60384 is a generic specification and is applicable to fixed capacitors for use in electronic equipment.

It establishes standard terms, inspection procedures and methods of test for use in sectional and detail specifications of electronic components for quality assessment or any other purpose.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

In the case of IEC 60068 publications, the referenced edition shall be used, regardless of any subsequent new edition(s) and amendment(s).

IEC 60027-1:1992, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*

IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*

IEC 60062:1992, *Marking codes for resistors and capacitors*

IEC 60063:1963, *Preferred number series for resistors and capacitors*
(incorporating Amendment 1 (1967) and Amendment 2 (1977))

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
Amendment 1 (1992)

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry Heat*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-3:1969, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*
(incorporating Amendment 1 (1984))

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-13:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*
Amendment 1 (1986)

CEI 60068-2-17:1994, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Q: Etanchéité*

CEI 60068-2-20:1979, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai T: Soudure*
Amendement 2 (1987)

CEI 60068-2-21:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation*
Amendement 2 (1991)
Amendement 3 (1992)

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-29:1987, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Eb et guide: Secousses*

CEI 60068-2-30:1980, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures)*
Amendement 1 (1985)

CEI 60068-2-45:1980, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai XA et guide: Immersion dans les solvants de nettoyage*
Amendement 1 (1993)

CEI 60068-2-47:1982, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Fixation de composants, matériels et autres articles pour les essais dynamiques tels que chocs (Ea), secousses (Eb), vibrations (Fc et Fd) et accélération constante (Ga) et guide*

CEI 60068-2-58:1989, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Td: Soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de soudage des composants pour montage en surface (CMS)*

CEI 60249-2-4:1987, *Matériaux de base pour circuits imprimés – Partie 2: Spécifications – Spécification no 4: Feuille de tissu de verre époxyde recouverte de cuivre, de qualité courante*

CEI 60294:1969, *Mesure des dimensions d'un composant cylindrique à deux sorties axiales*

CEI 60410:1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

CEI 60469-1:1987, *Techniques des impulsions et appareils – Partie 1: Termes et définitions concernant les impulsions*

CEI 60469-2:1987, *Techniques des impulsions et appareils – Partie 2: Mesure et analyse des impulsions, considérations générales*

CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*

CEI 60695-2-2:1991, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 2: Essai au brûleur-aiguille*
Amendement 1 (1994)

CEI 60717:1981, *Méthode pour la détermination de l'encombrement des condensateurs et résistances à sorties unilatérales*

CEI 61760-1:1998, *Technique de montage en surface – Partie 1: Méthode de normalisation pour la spécification des composants montés en surface (CMS)*

CEI QC 001002-3:1998, *Règles de procédure du Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ) – Partie 3: Procédures d'homologation*

CEI QC 001003: *Documents-guides*

CEI QC 001005: *Registre des firmes, produits et services agréés dans le système IECQ, avec maintenant ISO 9000*

ISO 1000:1992, *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités*

ISO 9000: *Normes pour le management de la qualité et l'assurance de la qualité*

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

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test T: Soldering*
Amendment 2 (1987)

IEC 60068-2-21:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*
Amendment 2 (1991)
Amendment 3 (1992)

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-29:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eb and guidance: Bump*

IEC 60068-2-30:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle)*
Amendment 1 (1985)

IEC 60068-2-45:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*
Amendment 1 (1993)

IEC 60068-2-47:1982, *Environmental testing – Part 2: Mounting of components, equipment and other articles for dynamic tests, including shock (Ea), bump (Eb), vibration (Fc and Fd) and steady-state acceleration (Ga) and guidance*

IEC 60068-2-58:1989, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Td: Solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

IEC 60249-2-4:1987, *Base materials for printed circuits – Part 2: Specifications – Specification No. 4: Epoxide woven glass fabric copper-clad laminated sheet, general purpose grade*

IEC 60294:1969, *Measurement of the dimensions of a cylindrical component having two axial terminations*

IEC 60410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60469-1:1987, *Pulse techniques and apparatus – Part 1: Pulse terms and definitions*

IEC 60469-2:1987, *Pulse techniques and apparatus – Part 2: Pulse measurement and analysis, general considerations*

IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60695-2-2:1991, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 2: Needle-flame test*
Amendment 1 (1994)

IEC 60717:1981, *Method of the determination of the space required by capacitors and resistors with unidirectional terminations*

IEC 61760-1:1998, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDS)*

IEC QC 001002-3:1998, *Rules of Procedure of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Part 3: Approval procedures*

IEC QC 001003: *Guidance Documents*

IEC QC 001005: *Register of Firms, Products and Services approved under the IECQ system, including ISO 9000*

ISO 1000:1992, *SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units*

ISO 9000: *Quality management and quality assurance standards*

2 Caractéristiques techniques

2.1 Unités et symboles

Les unités, les symboles graphiques, les symboles littéraux et la terminologie doivent être, lorsque ceci est possible, pris dans les normes suivantes:

- CEI 60027;
- CEI 60050;
- CEI 60617;
- ISO 1000.

Si d'autres rubriques sont requises, il est recommandé qu'elles soient établies conformément aux principes énoncés dans les normes référencées ci-dessus.

2.2 Définitions

Pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes s'appliquent:

2.2.1

type

ensemble de composants de conception identique et dont la similitude des techniques de fabrication permet de les regrouper soit en vue de procéder à une homologation, soit dans le cadre d'un contrôle de la conformité de la qualité

Ils font généralement l'objet d'une seule spécification particulière.

NOTE – Des composants décrits dans plusieurs spécifications particulières peuvent, dans certains cas, être considérés comme appartenant à un même type.

2.2.2

modèle

subdivision d'un type, établie généralement à partir de critères dimensionnels. Un modèle peut comporter plusieurs variantes, généralement d'ordre mécanique

2.2.3

classe

terme servant à préciser des caractéristiques générales complémentaires concernant l'application projetée du composant lequel ne peut être utilisé que complété par d'autres mots le qualifiant (par exemple: classe à longue durée de vie), mais non en tant que tel, accompagné seulement d'une lettre ou d'un numéro

2.2.4

famille (de composants électroniques)

groupe de composants présentant une propriété physique prédominante et/ou remplissant une fonction définie

2.2.5

sous-famille (de composants électroniques)

groupe de composants d'une même famille dont les technologies de fabrication sont similaires

2.2.6

condensateur pour courant continu

condensateur conçu essentiellement pour fonctionner sous une tension continue

NOTE – Un condensateur pour courant continu peut ne pas convenir pour l'utilisation sur des sources de courant alternatif.

2 Technical data

2.1 Units and symbols

Units, graphical symbols and letter symbols should, whenever possible, be taken from the following publications:

- IEC 60027;
- IEC 60050;
- IEC 60617;
- ISO 1000.

When further items are required they should be derived in accordance with the principles of the publications listed above.

2.2 Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions apply:

2.2.1

type

a group of components having similar design features and the similarity of whose manufacturing techniques enables them to be grouped together either for qualification approval or for quality conformance inspection

They are generally covered by a single detail specification

NOTE – Components described in several detail specifications, may, in some cases, be considered as belonging to the same type.

2.2.2

style

a subdivision of a type, generally based on dimensional factors. Which may include several variants, generally of a mechanical order

2.2.3

grade

a term to indicate an additional general characteristic concerning the intended application of the component which may only be used in combination with one or more words (e.g. long life grade) and not by a single letter or number

2.2.4

family (of electronic components)

a group of components which predominantly displays a particular physical attribute and/or fulfils a defined function

2.2.5

subfamily (of electronic components)

a group of components within a family manufactured by similar technological methods

2.2.6

d.c. capacitor

a capacitor designed essentially for application with direct voltage

NOTE – A d.c. capacitor may not be suitable for use on a.c. supplies.

2.2.7

condensateur polarisé (pour les condensateurs électrolytiques)

condensateur conçu pour être utilisé sous une tension unidirectionnelle reliée conformément à la polarité indiquée

2.2.8

condensateur non polarisé (pour les condensateurs électrolytiques)

condensateur électrolytique prévu pour supporter une tension alternative et/ou une inversion de la polarité de la tension continue appliquée

2.2.9

condensateur pour courant alternatif

condensateur conçu essentiellement pour fonctionner sous des tensions alternatives

2.2.10

condensateur pour impulsions

condensateur pour utilisation avec des impulsions de courant ou de tension

NOTE – Les définitions données dans la CEI 60469-1 et dans la CEI 60469-2 sont applicables.

2.2.11

capacité nominale (C_N ou C_R)

valeur de capacité pour laquelle a été conçu le condensateur et qui est habituellement marquée sur celui-ci

2.2.12

plage des températures de catégorie

plage des températures ambiantes pour laquelle le condensateur a été conçu en vue d'un fonctionnement permanent; cette plage est donnée par la température minimale et la température maximale de catégorie

2.2.13

température minimale de catégorie

température ambiante minimale pour laquelle un condensateur a été conçu en vue d'un fonctionnement permanent

2.2.14

température maximale de catégorie

température ambiante maximale pour laquelle un condensateur a été conçu en vue d'un fonctionnement permanent

2.2.15

température nominale

température ambiante maximale à laquelle la tension nominale peut être appliquée de façon permanente

2.2.16

tension nominale (continue) (U_N ou U_R)

tension continue maximale ou valeur de crête de la tension d'impulsions qui peut être appliquée d'une façon permanente à un condensateur à toute température comprise entre la température minimale de catégorie et la température nominale

2.2.17

tension de catégorie (U_C)

tension maximale pouvant être appliquée en permanence à un condensateur utilisé à sa température maximale de catégorie

2.2.7**polar capacitor** (for electrolytic capacitors)

a capacitor intended for use with a unidirectional voltage connected according to the polarity indication

2.2.8**bipolar capacitor** (for electrolytic capacitors)

an electrolytic capacitor designed to withstand an alternating voltage and/or reversal of the applied direct voltage

2.2.9**a.c. capacitor**

a capacitor designed essentially for application with alternating voltages

2.2.10**pulse capacitor**

a capacitor for use with pulses of current or voltage

NOTE – The definitions of IEC 60469-1 and IEC 60469-2 apply.

2.2.11**rated capacitance (C_R)**

the designated capacitance value usually indicated on the capacitor

2.2.12**category temperature range**

the range of ambient temperatures for which the capacitor has been designed to operate continuously; this is given by the lower and upper category temperature

2.2.13**lower category temperature**

the minimum ambient temperature for which a capacitor has been designed to operate continuously

2.2.14**upper category temperature**

the maximum ambient temperature for which a capacitor has been designed to operate continuously

2.2.15**rated temperature**

the maximum ambient temperature at which the rated voltage may be continuously applied

2.2.16**rated voltage (d.c.) (U_R)**

the maximum direct voltage or peak value of pulse voltage which may be applied continuously to a capacitor at any temperature between the lower category temperature and the rated temperature

2.2.17**category voltage (U_C)**

the maximum voltage which may be applied continuously to a capacitor at its upper category temperature

2.2.18

tension maximale corrigée en fonction de la température

la tension maximale qui peut être appliquée de façon permanente aux bornes d'un condensateur à toute température comprise entre la température nominale et la température maximale de catégorie

NOTE – Il convient que les précisions relatives à la tension applicable aux températures comprises entre la température nominale et la température maximale de catégorie soient données dans la spécification applicable.

2.2.19

rapport de surtension

quotient de la tension instantanée maximale qui peut être appliquée aux bornes du condensateur, pour une durée spécifiée, à toute température à l'intérieur de la plage des températures de catégorie par, selon le cas, la tension nominale ou la tension maximale corrigée en fonction de la température

NOTE – Il convient de spécifier le nombre de fois par heure que cette tension peut être appliquée.

2.2.20

tension ondulée nominale

valeur efficace de la tension alternative maximale admissible d'une fréquence spécifiée superposée à la tension en courant continu à laquelle le condensateur peut fonctionner de façon permanente à une température spécifiée

NOTE – Il convient que la somme de la tension continue et de la valeur de crête de la tension alternative appliquées au condensateur ne dépasse pas la tension nominale ou, selon le cas, la tension maximale corrigée en fonction de la température.

2.2.21

tension inverse (pour condensateurs polarisés seulement)

tension appliquée aux sorties du condensateur dans le sens inverse de polarité

2.2.22

courant ondulé nominal

valeur efficace du courant alternatif maximal admissible d'une fréquence spécifiée sous lequel le condensateur peut fonctionner de façon permanente à une température spécifiée

2.2.23

constante de temps

produit de la résistance d'isolement par la capacité; elle s'exprime normalement en secondes

2.2.24

tangente de l'angle de pertes ($\tan \delta$)

rapport du courant actif au courant réactif qui le traverse lorsqu'une tension sinusoïdale de fréquence spécifiée est appliquée à ses bornes

2.2.25

autocicatrisation

processus par lequel les propriétés électriques d'un condensateur sont, après une perforation locale du diélectrique, rapidement et essentiellement rétablies aux valeurs existant avant la perforation

2.2.26

température maximale d'un condensateur

température du point le plus chaud de la surface externe

NOTE – Les sorties sont considérées comme faisant partie de la surface externe.

2.2.18**temperature derated voltage**

the maximum voltage that may be applied continuously to a capacitor, when it is at any temperature between the rated temperature and the upper category

NOTE – Information on the voltage/temperature dependence at temperatures between the rated temperature and the upper category temperature should, if applicable, be given in the relevant specification.

2.2.19**surge voltage ratio**

the quotient of the maximum instantaneous voltage which may be applied to the terminations of the capacitor for a specified time at any temperature within the category temperature range and the rated voltage or the temperature derated voltage, as appropriate

NOTE – The number of times per hour that this voltage may be applied should be specified.

2.2.20**rated ripple voltage**

the r.m.s. value of the maximum allowable alternating voltage at a specified frequency superimposed on the d.c. voltage at which the capacitor may be operated continuously at a specified temperature

NOTE – The sum of the direct voltage and the peak value of the alternating voltage applied to the capacitor should not exceed the rated voltage or temperature derated voltage as applicable.

2.2.21**reverse voltage** (for polar capacitors only)

a voltage applied to the capacitor terminations in the reverse polarity direction

2.2.22**rated ripple current**

the r.m.s. value of the maximum allowable alternating current of a specified frequency, at which the capacitor may be operated continuously at a specified temperature

2.2.23**time constant**

the product of the insulation resistance and the capacitance, normally expressed in seconds

2.2.24**tangent of loss angle ($\tan \delta$)**

the power loss of the capacitor divided by the reactive power of the capacitor at a sinusoidal voltage at a specified frequency

2.2.25**self-healing**

the process by which the electrical properties of the capacitor, after a local breakdown of the dielectric, are rapidly and essentially restored to the values before the breakdown

2.2.26**maximum temperature of a capacitor**

the temperature at the hottest point of its external surface

NOTE – The terminations are considered to be part of the external surface.

2.2.27

température minimale d'un condensateur

température du point le plus froid de la surface externe

NOTE – Les sorties sont considérées comme faisant partie de la surface externe.

2.2.28

température minimale de stockage

température ambiante minimale que le condensateur doit supporter sans dommage en conditions de non-fonctionnement

2.2.29

température maximale de stockage

température ambiante maximale égale à la température maximale de catégorie

2.2.30

variation de capacité en fonction de la température

variation de capacité en fonction de la température qui peut s'exprimer soit comme caractéristique capacité/température, soit comme coefficient de température de la capacité

2.2.31

caractéristique capacité/température

variation réversible maximale de capacité qui se produit sur une gamme donnée de températures à l'intérieur de la plage des températures de catégorie du condensateur; elle s'exprime normalement en pourcentage de la valeur de capacité à la température de référence de 20 °C

NOTE – Cette caractéristique s'applique notamment aux condensateurs dont les variations de capacité en fonction de la température, variations linéaires ou non linéaires, ne peuvent pas être énoncées avec précision et certitude.

2.2.32

coefficient de température de la capacité (α)

rapport de la variation de capacité, mesurée aux extrémités d'une plage spécifiée de température, à la variation de température la provoquant; il s'exprime normalement en millièmes par kelvin ($10^{-6}/K$)

NOTE – Cette propriété s'applique aux condensateurs dont les variations de capacité en fonction de la température sont linéaires ou approximativement linéaires et peut être énoncée avec une certaine précision.

2.2.33

dérive de capacité après cycle thermique

variation irréversible maximale de capacité observée à la température ambiante pendant ou après l'exécution d'un nombre spécifié de cycles de température; elle s'exprime généralement en pourcentage de la valeur de capacité à la température de référence, laquelle est normalement de 20 °C

NOTE 1 – Cette propriété s'applique aux condensateurs dont les variations de capacité en fonction de la température sont linéaires ou approximativement linéaires et peut être énoncée avec une certaine précision.

NOTE 2 – Il convient de fixer les conditions de mesure, pendant ou après le cycle de température, la description du cycle de température et le nombre de cycles.

2.2.34

dommage visible

dommage visible susceptible de réduire l'aptitude du condensateur à l'emploi pour lequel il a été prévu

2.2.27**minimum temperature of a capacitor**

the temperature at the coldest point of the external surface

NOTE – The terminations are considered to be part of the external surface.

2.2.28**minimum storage temperature**

the minimum ambient temperature which the capacitor shall withstand in the non-operating condition without damage

2.2.29**maximum storage temperature**

the maximum ambient temperature which is equal to the upper category temperature of the capacitor

2.2.30**variation of capacitance with temperature**

the variation of capacitance with temperature expressed either as the temperature characteristic of capacitance or as the temperature coefficient of capacitance

2.2.31**temperature characteristic of capacitance**

the maximum reversible variation of capacitance produced over a given temperature range within the category temperature range, normally expressed as a percentage of the capacitance related to a reference temperature of 20 °C

NOTE – The term characterizing this property applies mainly to capacitors of which the variations of capacitance as a function of temperature, linear or non-linear, cannot be expressed with precision and certainty.

2.2.32**temperature coefficient of capacitance (α)**

the rate of change of capacitance with temperature measured over a specified range of temperature, normally expressed in parts per million per kelvin ($10^{-6}/K$)

NOTE – The term characterizing this property applies to capacitors of which the variations of capacitance as a function of temperature are linear or approximately linear and can be expressed with a certain precision.

2.2.33**temperature cyclic drift of capacitance**

the maximum irreversible variation of capacitance observed at room temperature during or after the completion of a number of specified temperature cycles; it is expressed normally as a percentage of the capacitance related to a reference temperature, usually 20 °C

NOTE 1 – The term characterizing this property applies to capacitors of which the variations of capacitance as a function of temperature are linear or approximately linear and can be expressed with a certain precision.

NOTE 2 – The conditions of measurement, during or after temperature cycling, a description of the temperature cycle and the number of cycles, should be stated.

2.2.34**visible damage**

visible damage which reduces the usability of the capacitor for its intended purpose

2.2.35

charge nominale en alternatif

la charge alternative sinusoïdale maximale qui peut être appliquée en permanence aux bornes d'un condensateur à toute température comprise entre la température minimale de catégorie et la température nominale (voir 2.2.15); la charge nominale alternative peut s'exprimer comme étant:

- une tension nominale alternative aux basses fréquences;
- un courant nominal alternatif aux fréquences élevées;
- une puissance réactive nominale aux fréquences intermédiaires.

Ceci est indiqué schématiquement dans la figure 1:

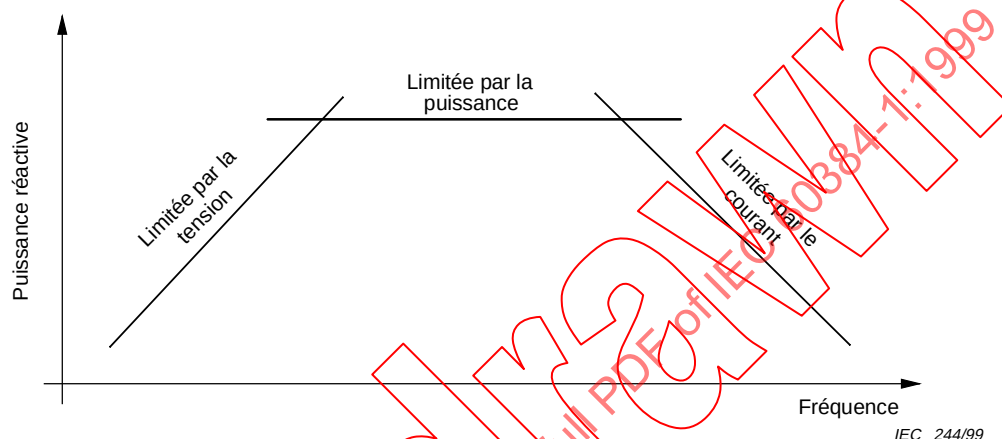


Figure 1 – Puissance réactive en fonction de la fréquence

NOTE 1 – Pour un type particulier de condensateur, il peut être nécessaire de spécifier une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessus.

NOTE 2 – Les condensateurs couverts par la présente spécification ont normalement une puissance réactive inférieure à 500 vars à une fréquence comprise entre 50 Hz et 60 Hz. Les fréquences basses peuvent être 50 Hz à 60 Hz, 100 Hz à 120 Hz ou 400 Hz. Les tensions efficaces peuvent atteindre 600 V à une fréquence comprise entre 50 Hz et 60 Hz. Cependant, des condensateurs pour filtres, pour circuits d'émetteur ou de convertisseur, peuvent fonctionner dans une large gamme de fréquences sous une puissance allant jusqu'à 10 kvar aux plus hautes fréquences avec des tensions efficaces jusqu'à 1 000 V.

2.2.36

charge nominale en impulsions

charge maximale qui peut être appliquée aux bornes d'un condensateur à une certaine fréquence de répétition des impulsions à toute température comprise entre la température minimale de catégorie et la température nominale (voir 2.2.15); elle s'exprime par les paramètres a) et b) et un ou plusieurs des autres paramètres ci-après:

- courant de crête par μF ou du/dt ($\text{V}/\mu\text{s}$);
- durées relatives des périodes de charge et de décharge;
- courant;
- tension de crête;
- tension de crête inverse;
- fréquence de répétition des impulsions (voir note 1);
- puissance active maximale.

Ces paramètres sont fixés pour des impulsions périodiques.

NOTE 1 – Dans le cas d'impulsions intermittentes, le cycle de fonctionnement doit être spécifié. Dans le cas d'impulsions aléatoires, il convient de fixer le nombre total d'impulsions attendues pendant une période donnée.

NOTE 2 – Il convient de calculer le courant efficace en impulsions conformément à 2.5.2.4 de la CEI 60469-1. Dans le cas d'impulsions intermittentes ou aléatoires il convient de choisir l'intervalle de temps de façon qu'il corresponde à l'échauffement maximal.

2.2.35**rated a.c. load**

the maximum sinusoidal a.c. load which may be applied continuously to the terminations of a capacitor at any temperature between the lower category temperature and the rated temperature (see 2.2.15); it may be expressed:

- a) at low frequencies as a rated a.c. voltage;
- b) at high frequencies as a rated a.c. current;
- c) at intermediate frequencies as a rated reactive power.

This is shown in the figure 1:

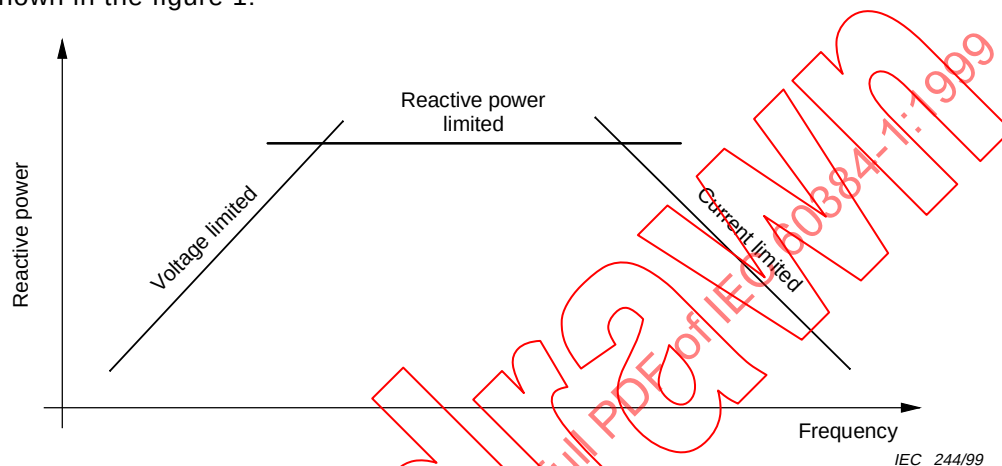


Figure 1 – Reactive power against frequency

NOTE 1 – For a particular type of capacitor it may be necessary to specify one or more of the above characteristics.

NOTE 2 – Capacitors within the scope of this specification are normally less than 500 var at 50 Hz to 60 Hz. Low frequencies may be 50 Hz to 60 Hz, 100 Hz to 120 Hz, or 400 Hz. Voltages may be up to 600 V r.m.s. at 50 Hz to 60 Hz. However, capacitors for filters, transmitter or converter circuits may be required to operate under power over a wide range of frequencies and up to 10 kvar at the higher frequencies with voltages up to 1 000 V r.m.s.

2.2.36**rated pulse load**

the maximum pulse load which may be applied at a certain pulse repetition frequency to the terminations of a capacitor at any temperature between the lower category temperature and the rated temperature (see 2.2.15); it may be expressed as a) and b) and any of the remaining items:

- a) peak current per μF or du/dt ($\text{V}/\mu\text{s}$);
- b) relative duration of charge and discharge periods;
- c) current;
- d) peak voltage;
- e) peak reverse voltage;
- f) pulse repetition frequency (see note 1);
- g) maximum active power.

These parameters are fixed for periodic pulses.

NOTE 1 – In the case of intermittent pulses the duty cycle shall be specified. In the case of random pulses, the total number expected over a given time period should be stated.

NOTE 2 – The r.m.s. pulse current this should be calculated in accordance with 2.5.2.4 of IEC 60469-1. In the case of intermittent or random pulses, the time interval should be chosen to correspond with the maximum temperature rise.

2.2.37

circuit équivalent en impulsion d'un condensateur

le circuit équivalent d'un condensateur est composé d'un condensateur idéal en série avec l'inductance parasite et la résistance série équivalente (RSE)

NOTE – Pour le fonctionnement en impulsion, la résistance série équivalente sera similaire mais non identique à la RSE mesurée sous une tension sinusoïdale. Il convient que la RSE en impulsions tienne compte des fréquences harmoniques contenues dans l'impulsion et de la variation des pertes selon la fréquence.

2.2.38

échauffement

élévation de la température du condensateur par rapport à la température ambiante résultant des pertes internes dues au fonctionnement sous tension alternative ou en impulsions

2.2.39

condensateur isolé

condensateur dont toutes les bornes reliées à un élément peuvent être portées à un potentiel différent (mais non inférieur à la tension nominale) de celui de toute surface conductrice avec laquelle le boîtier est susceptible de venir en contact en utilisation normale

2.2.40

condensateur non isolé

condensateur dont au moins une des bornes reliées à un élément ne peut être portée à un potentiel différent (mais non inférieur à la tension nominale) de celui de toute surface conductrice avec laquelle le boîtier est susceptible de venir en contact en utilisation normale

2.2.41

condensateur (montage surface) chipse

condensateur fixe dont les petites dimensions et la nature ou la forme des sorties rendent approprié son montage dans les circuits hybrides et en surface des cartes imprimées

2.2.42

inflammabilité passive

l'inflammabilité passive est causée par un échauffement externe du composant (exemple des flammes)

2.2.43

inflammabilité active

l'inflammabilité active (auto-inflammation) est causée par un échauffement interne du composant (exemple amorçage dû à des contacts internes insuffisants)

2.2.44

catégorie d'inflammabilité passive

la catégorie d'inflammabilité passive est donnée par la durée maximale d'inflammation autorisée après une durée d'application de flamme spécifiée

2.3 Valeurs préférentielles

2.3.1 Généralités

Chaque spécification intermédiaire doit spécifier les valeurs préférentielles appropriées à la sous-famille; pour la capacité nominale, voir aussi 2.3.2.

2.3.2 Valeurs préférentielles de la capacité nominale

Les valeurs préférentielles de la capacité nominale doivent être prises dans les séries spécifiées dans la CEI 60063.

2.2.37**pulse equivalent circuit of a capacitor**

the equivalent circuit consisting of an ideal capacitor in series with its residual inductance and the equivalent series resistance (ESR)

NOTE – For pulse operation the equivalent series resistance will be similar to but not identical with the ESR measured with a sinusoidal voltage. The pulse ESR should take into account the series of harmonics in the pulse and the variation of the losses with frequency.

2.2.38**temperature rise**

the temperature rise of the capacitor relative to the ambient temperature resulting from the losses in the capacitor due to operation under a.c. or pulse conditions

2.2.39**insulated capacitor**

a capacitor in which all terminations of a section may be raised to a potential different (but not less than the rated voltage) from that of any conducting surface with which the case is liable to come into contact in normal use

2.2.40**uninsulated capacitor**

a capacitor in which one or more of the terminations of a section cannot be raised to a potential different (but not less than the rated voltage) from that of any conducting surface with which the case is liable to come into contact in normal use

2.2.41**surface mount capacitor**

a fixed capacitor whose small dimensions and nature or shape of terminations make it suitable for use in hybrid circuits and on printed boards

2.2.42**passive flammability**

flammability caused by external heating of the component (e.g. by flames)

2.2.43**active flammability**

flammability (self-ignition) caused by internal heating of the component (e.g. sparking due to insufficient internal contact)

2.2.44**category of passive flammability**

the category of passive flammability is given by the maximum burning time after a specified time of flame application

2.3 Preferred values**2.3.1 General**

Each sectional specification shall prescribe the preferred values appropriate to the subfamily; for rated capacitance see also 2.3.2.

2.3.2 Preferred values of rated capacitance

The preferred values of rated capacitance shall be taken from the series specified in IEC 60063.

2.4 Marquage

2.4.1 Généralités

La spécification intermédiaire doit indiquer les critères d'identification et les autres informations devant être portées sur le condensateur et/ou l'emballage.

L'ordre de priorité du marquage des petits condensateurs doit être spécifié.

2.4.2 Codage

Lorsqu'un code est utilisé pour le marquage de la valeur de capacité, de la tolérance, ou de la date de fabrication, le code employé doit être choisi parmi ceux donnés dans la CEI 60062.

3 Procédures d'assurance de la qualité

3.1 Généralités

Lorsque la présente norme et les normes associées sont utilisées dans un système d'assurance de la qualité complet tel que le Système CEI d'Assurance de la Qualité des Composants Electroniques (IECQ), se conformer aux procédures des 3.5 ou 3.6.

Lorsque ces normes sont utilisées dans un système d'assurance de la qualité autre que le système IECQ, pour des objectifs tels que la démonstration de la conception ou l'essai de type, les procédures et les exigences des 3.5.1 et 3.5.3 b) peuvent être utilisées, mais les essais et les parties des essais doivent être appliqués dans l'ordre donné dans les programmes d'essais.

Avant l'homologation des condensateurs suivant les procédures de la présente section, le fabricant doit obtenir l'agrément de son organisation selon les dispositions de la CEI QC 001002-3.

Deux méthodes qui sont utilisables pour l'agrément des condensateurs sous assurance de la qualité sont couvertes par les paragraphes suivants:

- a) l'homologation selon les dispositions de l'article 3 de la CEI QC 001002-3, et
- b) l'agrément de savoir-faire selon les dispositions de l'article 4 de la CEI QC 001002-3.

Pour une sous-famille donnée de condensateurs, des spécifications intermédiaires séparées sont nécessaires pour l'homologation et l'agrément de savoir-faire, et pour cette raison ce dernier peut donc être obtenu seulement lorsque la spécification intermédiaire applicable a été publiée.

3.1.1 Applicabilité de l'homologation

L'homologation est appropriée à une gamme normale de condensateurs produits suivant une conception et des procédés de fabrication semblables, conformément à une spécification particulière publiée.

Le programme d'essais défini dans la spécification particulière, pour les niveaux d'assurance et de performance appropriés, s'applique directement à la gamme de condensateurs à qualifier, comme prescrit au 3.5 et dans la spécification intermédiaire applicable.

2.4 Marking

2.4.1 General

The sectional specification shall indicate the identification criteria and other information to be shown on the capacitor and/or packing.

The order of priority for marking small capacitors shall be specified.

2.4.2 Coding

When coding is used for capacitance value, tolerance or date of manufacture, the method shall be selected from those given in IEC 60062.

3 Quality assessment procedures

3.1 General

When this standard, and any related standards are used for the purpose of a full quality assessment system such as the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ), compliance with 3.5 or 3.6 is required.

When such standards documents are used outside quality assessment systems for purposes such as design proving or type testing, the procedures and requirements of 3.5.1 and 3.5.3 b) may be used, but if used the tests and parts of tests shall be applied in the order given in the test schedules.

Before capacitors can be qualified according to the procedures of this clause, the manufacturer shall obtain the approval of his organization in accordance with the provisions of IEC QC 001002-3.

Two of the methods that are available for the approval of capacitors of assessed quality and which are covered by the following subclauses, are

- a) qualification approval according to the provisions of clause 3 of IEC QC 001002-3, and
- b) capability approval according to the provisions of clause 4 of IEC QC 001002-3.

For a given subfamily of capacitors, separate sectional specifications for qualification approval and capability approval are necessary and capability approval is therefore available only when a relevant sectional specification has been published.

3.1.1 Applicability of qualification approval

Qualification approval is appropriate for a standard range of capacitors manufactured to similar design and production processes and conforming to a published detail specification.

The programme of tests defined in the detail specification for the appropriate assessment and performance levels applies directly to the capacitor range to be qualified, as prescribed in 3.5 and the relevant sectional specification.

3.1.2 Applicabilité de l'agrément de savoir-faire

L'agrément de savoir-faire convient, lorsque les condensateurs, basés sur des règles de conception communes, sont fabriqués suivant un groupe de procédés communs. L'agrément de savoir-faire convient particulièrement pour des condensateurs produits suivant les exigences spécifiques d'un utilisateur.

Les spécifications particulières d'agrément de savoir-faire se divisent en trois catégories:

3.1.2.1 Composants pour agrément de savoir-faire (CQC), comprenant le procédé de validation des véhicules de test

Une spécification particulière doit être préparée pour chaque CQC, suivant l'accord avec l'organisme national de surveillance (ONS). Elle doit identifier le but des CQC et doit comprendre toutes les sévérités d'essais et toutes les limites applicables.

3.1.2.2 Composants du catalogue normal

Lorsqu'un fabricant demande qu'un condensateur agréé par la procédure d'agrément de savoir-faire soit dans le Registre des Agréments IECQ, une spécification particulière d'agrément de savoir-faire doit être établie en conformité avec la spécification particulière cadre. De telles spécifications doivent être enregistrées par l'organisme national de surveillance de l'IECQ et le composant doit être catalogué dans la CEI QC 001005 du système IECQ y compris ISO 9000.

3.1.2.3 Composants à la demande

Le contenu de la spécification particulière (souvent connue comme spécification particulière client (CDS)) doit être établi en accord entre le fabricant et le client conformément à 4.4.3 de la CEI QC 001002-3.

Des renseignements supplémentaires sur ces spécifications particulières sont donnés dans la spécification intermédiaire applicable.

L'agrément est accordé aux installations de production sur la base des règles de conception éprouvées, des procédés et procédures de maîtrise de la qualité et des résultats d'essais sur les composants pour agrément de savoir-faire, comprenant tout procédé de validation des véhicules de test. Voir 3.6 et la spécification intermédiaire applicable pour davantage de renseignements.

3.2 Etape initiale de fabrication

L'étape initiale de fabrication est définie dans la spécification intermédiaire.

3.3 Sous-traitance

Si la sous-traitance de l'étape initiale de fabrication et/ou des étapes suivantes est utilisée, elle doit être conforme au 4.2.2 de la CEI QC 001002-3.

La spécification intermédiaire peut restreindre la sous-traitance conformément à 4.2.2.2 de la CEI QC 001002-3.

3.4 Modèles associables

Les règles concernant l'association des modèles en vue des essais d'homologation ou des essais de conformité de la qualité pour l'homologation ou pour l'agrément de savoir-faire doivent être prescrites dans la spécification intermédiaire applicable.

3.1.2 Applicability of capability approval

Capability approval is appropriate when capacitors based on common design rules are fabricated by a group of common processes. It is particularly appropriate when capacitors are manufactured to a user's specific requirements.

Under capability approval, detail specifications fall into the following three categories for:

3.1.2.1 Capability qualifying components (CQCs), including process validation test vehicles

A detail specification shall be prepared for each CQC as agreed with the national supervising inspectorate (NSI). It shall identify the purpose of the CQC and include all relevant test severities and limits.

3.1.2.2 Standard catalogue components

When the manufacturer requires a capacitor approved under the capability approval procedure to be listed in the IECQ register of approvals, a capability approval detail specification complying with the blank detail specification shall be written. Such specifications shall be registered by the IECQ and the component shall be listed in IEC QC 001005 approved under the IECQ system, including ISO 9000.

3.1.2.3 Customer specific components

The content of the detail specification (often known as a customer detail specification (CDS)) shall be by agreement between the manufacturer and customer in accordance with 4.4.3 of IEC QC 001002-3.

Further information on these detail specifications is given in the relevant sectional specification.

Approval is given to a manufacturing facility on the basis of validated design rules, processes and quality control procedures and the results of tests on capability qualifying components, including any process validation test vehicles. See 3.6 and the relevant sectional specification for further information.

3.2 Primary stage of manufacture

The primary stage of manufacture shall be specified in the sectional specification.

3.3 Subcontracting

If subcontracting of the primary stage of manufacture and/or subsequent stages is employed it shall be in accordance with 4.2.2 of IEC QC 001002-3.

The sectional specification may restrict subcontracting in accordance with 4.2.2.2 of IEC QC 001002-3.

3.4 Structurally similar components

The grouping of structurally similar components for qualification approval testing or for quality conformance testing under qualification approval or capability approval shall be prescribed in the relevant sectional specification.

3.5 Procédures d'homologation

3.5.1 Aptitude à l'homologation

Le fabricant doit satisfaire au 3.1.1 de la CEI QC 001002-3.

3.5.2 Demande d'homologation

Le fabricant doit satisfaire au 3.1.3 de la CEI QC 001002-3.

3.5.3 Procédure d'essais d'homologation

L'une des deux procédures suivantes doit être respectée:

- a) Le fabricant doit prouver par des essais la conformité aux exigences de la spécification, sur trois lots prélevés dans une période aussi courte que possible pour le contrôle lot par lot, et sur un lot pour le contrôle périodique. Aucune modification importante du processus de fabrication ne doit intervenir dans la période pendant laquelle les lots de contrôle sont prélevés.

Les échantillons doivent être prélevés dans les lots conformément à la CEI 60410 (voir annexe A). Les gammes de capacité et tension pour lesquelles l'homologation est accordée sont définies par l'échantillon prélevé conformément aux procédures d'échantillonnage prescrites dans la spécification intermédiaire.

Le mode de contrôle normal doit être utilisé mais, si l'effectif de l'échantillon conduit à un critère d'acceptation de zéro non-conformité, des pièces complémentaires doivent être prélevées de manière à atteindre la taille d'échantillon conduisant à un critère d'acceptation d'une non-conformité.

- b) Le fabricant doit prouver la conformité aux exigences de la spécification en produisant les résultats des essais effectués selon le programme d'essais sur échantillon de taille fixe donné dans la spécification intermédiaire.

Les pièces formant l'échantillon doivent être prélevées au hasard dans la production courante ou en accord avec l'ONS.

Pour les deux procédures, les tailles d'échantillon et le nombre de non-conformités tolérées doivent être du même ordre de grandeur. Les conditions d'essai et les exigences restent inchangées.

3.5.4 Octroi de l'homologation

L'homologation est accordée, lorsque les procédures selon 3.1.4 de la CEI QC 001002-3 ont été pleinement satisfaites.

3.5.5 Maintien de l'homologation

L'homologation est maintenue par une démonstration régulière de la satisfaction aux exigences de la conformité de la qualité (voir 3.5.6).

3.5.6 Contrôle de la conformité de la qualité

La ou les spécifications particulières-cadres associées à une spécification intermédiaire prescrivent le programme d'essais pour le contrôle de la conformité de la qualité. Ce programme doit spécifier les groupements, échantillonnages et périodicités pour les contrôles lot par lot et périodiques.

Les règles de passage en contrôle réduit pour les contrôles du Groupe C sont autorisées pour tous les sous-groupes, sauf l'endurance.

Les niveaux de contrôle et les niveaux de qualité acceptable (NQA) doivent être pris parmi ceux donnés dans la CEI 60410.

Si nécessaire, il peut être spécifié plus d'un programme d'essai.

3.5 Qualification approval procedures

3.5.1 Eligibility for qualification approval

The manufacturer shall comply with 3.1.1 of IEC QC 001002-3.

3.5.2 Application for qualification approval

The manufacturer shall comply with 3.1.3 of IEC QC 001002-3.

3.5.3 Test procedure for qualification approval

One of the two following procedures shall be followed:

- a) The manufacturer shall produce test evidence of conformance to the specification requirements on three inspection lots for lot-by-lot inspection taken in as short a time as possible, and on one lot for periodic inspection. No major changes in the manufacturing process shall be made in the period during which the inspection lots are taken.

Samples shall be taken from the lots in accordance with IEC 60410 (see annex A). The capacitance and voltage ranges for which approval is granted are defined by the sample taken in accordance with the sampling procedures prescribed by the sectional specification.

Normal inspection shall be used, but if the sample size gives acceptance on zero non-conformances, additional specimens shall be taken to meet the sample size requirements to give acceptance on one non-conforming item.

- b) The manufacturer shall produce test evidence to show conformance to the specification requirements on the fixed sample size test schedule given in the sectional specification.

The specimens taken to form the sample shall be selected at random from current production or as agreed with the NSI.

For the two procedures the sample sizes and the number of permissible non-conformances shall be of comparable order. The test conditions and requirements shall be the same.

3.5.4 Granting of qualification approval

Qualification approval shall be granted when the procedures in accordance with 3.1.4 of IEC QC 001002-3 have been completed satisfactorily.

3.5.5 Maintenance of qualification approval

Qualification approval shall be maintained by regular demonstration of compliance with the requirements for quality conformance (see 3.5.6).

3.5.6 Quality conformance inspection

The blank detail specification(s) associated with the sectional specification shall prescribe the test schedule for quality conformance inspection. This schedule shall also specify the grouping, sampling and periodicity for the lot-by-lot and periodic inspection.

Operation of the switching rule for reduced inspection in Group C is permitted in all subgroups except endurance.

Sampling plans and inspection levels shall be selected from those given in IEC 60410.

If required, more than one schedule may be specified.

3.6 Procédures d'agrément de savoir-faire

3.6.1 Généralités

L'agrément de savoir-faire en technologie des condensateurs fixes comprend:

- la conception complète, la préparation des matériaux et les techniques de fabrication, comprenant les procédures de contrôle et les essais;
- les limites des performances déclarées pour les procédés de fabrication et les produits, c'est-à-dire celles spécifiées pour les composants pour agrément de savoir-faire (CQC) et pour les paramètres de maîtrise des procédés (PCP);
- la gamme des structures mécaniques pour lesquelles l'agrément est accordé.

3.6.2 Aptitude à l'agrément de savoir-faire

Le fabricant doit satisfaire aux exigences du 4.2.1 de la CEI QC 001002-3.

3.6.3 Demande d'agrément de savoir-faire

Le fabricant doit satisfaire aux exigences du 4.2.4 de la CEI QC 001002-3 et aux exigences de la spécification intermédiaire applicable.

3.6.4 Description du savoir-faire

Le savoir-faire doit être décrit dans un manuel de savoir-faire conformément à 4.2.5 de la CEI QC 001002-3 et aux exigences de la spécification intermédiaire applicable avec les détails suivants:

Le fabricant doit préparer un manuel décrivant son savoir-faire relatif aux technologies impliquées, en accord avec l'ONS, conformément à l'annexe D et complété par la spécification intermédiaire décrivant son savoir-faire.

Le manuel doit au minimum comprendre ou faire référence aux renseignements suivants:

- une introduction générale et une description des technologies impliquées;
- les relations avec les clients comprenant les dispositions des règles de conception (si approprié) et l'assistance aux clients dans l'expression de leurs exigences;
- une description détaillée des règles de conception à utiliser;
- les procédures pour vérifier que les règles de conception sont respectées pour les technologies appropriées des condensateurs fabriqués suivant la spécification particulière;
- une liste de tous les matériaux utilisés, avec les références des spécifications d'approvisionnement correspondantes et des spécifications de contrôle des constituants;
- un diagramme de cheminement du cycle complet des procédés de fabrication, montrant les points de contrôle de la qualité et les boucles de retouches autorisées, et contenant les références de tous les procédés de fabrication et des procédures de contrôle de la qualité;
- une annonce des procédés de fabrication pour lesquels l'agrément a été demandé conformément aux exigences de la spécification intermédiaire applicable;
- une annonce des limites pour lesquelles l'agrément a été demandé conformément aux exigences de la spécification intermédiaire applicable;

3.6 Capability approval procedures

3.6.1 General

Capability approval in fixed capacitor technology covers:

- the complete design, material preparation and manufacturing techniques, including control procedures and tests;
- the performance limits claimed for the processes and products, that is, those specified for the capability qualifying components (CQCs) and process control parameters (PCPs);
- the range of mechanical structures for which approval is granted.

3.6.2 Eligibility for capability approval

The manufacturer shall comply with the requirements of 4.2.1 of IEC QC 001002-3.

3.6.3 Application for capability approval

The manufacturer shall comply with the requirements of 4.2.4 of IEC QC 001002-3 and with the requirements of the relevant sectional specification.

3.6.4 Description of capability

The capability shall be described in a capability manual in accordance with 4.2.5 of IEC QC 001002-3, and the requirements of the relevant sectional specification with the following details:

The manufacturer shall prepare a manual to the satisfaction of the NSI, in accordance with annex D, and supplemented by the sectional specification describing his capability in relation to the technologies involved.

The manual shall include or make reference to the following as a minimum:

- a general introduction and description of the technologies involved;
- aspects of customer liaison including provisions of design rules (if appropriate) and assistance to customers in the formulation of their requirements;
- a detailed description of the design rules to be used;
- the procedure for checking that the design rules are complied with for the relevant capacitor technology manufactured to a detail specification;
- a list of all materials used, with reference to the corresponding purchasing specifications and goods inward inspection specifications;
- a flow chart for the total process, showing quality control points and permitted rework loops and containing references to all process and quality control procedures;
- a declaration of processes for which approval has been sought in accordance with the requirements of the relevant sectional specification;
- a declaration of limits for which approval has been sought in accordance with the requirements of the relevant sectional specification;

- une liste de CQC utilisés pour évaluer le savoir-faire, avec une description générale de chacun, étayée par
- un tableau détaillé montrant où les limites annoncées du savoir-faire sont démontrées par une conception de CQC particulier;
- une spécification particulière pour chaque CQC;
- un plan de contrôle détaillé comprenant les PCP utilisés pour contrôler les procédés de fabrication, avec une description générale de chaque PCP, et montrant la relation entre un PCP donné et les propriétés et performances correspondantes d'un condensateur terminé;
- un guide sur l'application de l'associativité dans l'échantillonnage pour les essais de contrôle de la qualité.

L'ONS doit traiter le manuel de savoir-faire comme un document confidentiel. S'il le souhaite, le fabricant peut le divulguer en partie ou en totalité à une tierce partie.

3.6.5 Démonstration et vérification du savoir-faire

Le fabricant doit démontrer et vérifier le savoir-faire conformément à 4.2.6 de la CEI QC 001002-3, et aux exigences de la spécification intermédiaire applicable avec les détails suivants:

3.6.5.1 CQC pour démontrer le savoir-faire

Le fabricant doit être d'accord avec l'ONS sur les paramètres d'homologation des procédés et sur la gamme de composants pour agrément de savoir-faire nécessaires pour démontrer l'étendue du savoir-faire spécifiée dans le manuel de savoir-faire.

La démonstration doit être faite en essayant la gamme agréée de CQC qui doit être conçue, fabriquée et contrôlée suivant les paramètres de maîtrise de procédés conformément au manuel de savoir-faire. Les CQC doivent satisfaire aux exigences suivantes:

- a) La gamme de CQC utilisée doit représenter toutes les limites du savoir-faire annoncé. Les CQC doivent être choisis de manière à démontrer les combinaisons réalisables des limites.
- b) les CQC doivent être:
 - soit des condensateurs spécialement conçus pour démontrer une combinaison de limites de savoir-faire;
 - soit des condensateurs de conception utilisée en production générale;
 - soit une combinaison des deux types ci-dessus, à condition que les exigences de a) soient remplies.

Lorsque les CQC sont conçus et produits uniquement pour l'agrément de savoir-faire, le fabricant doit utiliser les mêmes règles de conception, les mêmes matériaux et les mêmes procédés de fabrication que ceux appliqués aux produits livrés.

Une spécification particulière doit être préparée pour chaque CQC et doit avoir une page de couverture de présentation conforme à l'annexe C. La spécification particulière doit identifier le but du CQC et doit comprendre tous les niveaux de contrainte applicables et les limites d'essai. Elle peut faire référence à une documentation de contrôle interne qui spécifie les essais et les enregistrements en production, afin de démontrer la maîtrise et la maintenance des procédés et les limites du savoir-faire.

3.6.5.2 Limites du savoir-faire

Les limites du savoir-faire doivent être décrites dans la spécification intermédiaire applicable.

- a list of CQCs used to assess the capability, with a general description of each, supported by
- a detailed table showing where the declared limits of capability are demonstrated by a particular CQC design;
- detail specification for each CQC;
- a detailed control plan including PCPs used to control processes, with a general description of each PCP and showing the relation between a given PCP and the related properties and performance of the finished capacitor;
- guidance on the application of structural similarity in sampling for quality conformance testing.

The NSI shall treat the capability manual as a confidential document. The manufacturer may, if he so wishes, disclose part or all of it to a third party.

3.6.5 Demonstration and verification of capability

The manufacturer shall demonstrate and verify the capability in accordance with 4.2.6 of IEC QC 001002-3, and the requirements of the relevant sectional specification with the following details:

3.6.5.1 CQCs for demonstrating capability

The manufacturer shall agree with the NSI the process qualifying parameters and the range of capability qualifying components which are necessary to demonstrate the capability range specified in the capability manual.

The demonstration shall be made by testing the agreed range of CQCs, which shall be designed, manufactured and the process parameters controlled in accordance with the capability manual. The CQCs shall comply with the following requirements:

- a) The range of CQCs used shall represent all the limits of the declared capability. The CQCs shall be chosen to demonstrate mutually attainable combinations of limits.
- b) The CQCs shall be one of the following:
 - capacitors specially designed to demonstrate a combination of limits of capability;
 - capacitors of designs used in general production;
 - a combination of both of these, provided the requirements of a) are met.

When CQCs are designed and produced solely for capability approval, the manufacturer shall use the same design rules, materials and manufacturing processes as will be applied to released products.

A detail specification shall be prepared for each CQC and shall have a front page format in accordance with annex C. The detail specification shall identify the purpose of the CQC and shall include all relevant stress levels and test limits. It may refer to internal control documentation which specifies production testing and recording in order to demonstrate control and maintenance of processes and limits of capability.

3.6.5.2 Limits of capability

The limits of capability shall be described in the relevant sectional specification.

3.6.6 Programme pour l'agrément de savoir-faire

Le fabricant doit préparer un programme pour l'évaluation du savoir-faire annoncé. Ce programme doit être conçu de telle façon que chaque limite déclarée du savoir-faire soit vérifiée par un CQC approprié.

Le programme doit comprendre ce qui suit:

- un diagramme ou tout autre moyen montrant le calendrier proposé de l'opération d'agrément;
- les détails de tous les CQC à utiliser avec les références de leurs spécifications particulières;
- un diagramme présentant les caractéristiques à démontrer pour chaque CQC;
- les références aux plans de contrôle à utiliser pour la maîtrise des procédés;

Pour une vue d'ensemble de l'agrément de savoir-faire, voir la figure 2.

3.6.7 Rapport d'essai d'agrément de savoir-faire

Le rapport doit respecter les exigences spécifiques de l'annexe D de la présente spécification et doit contenir les informations suivantes:

- le numéro d'édition et la date du manuel de savoir-faire;
- le programme pour l'agrément de savoir-faire conformément à 3.6.6;
- tous les résultats d'essais obtenus pendant l'exécution du programme;
- les méthodes d'essais utilisées;
- les rapports sur les actions prises en cas d'échec (voir 3.6.10.1).

Le rapport doit être signé par le représentant désigné par la direction (DMR) chargé du système IECQ afin de prouver la véracité des résultats obtenus et soumis à l'organisme désigné dans les règles nationales comme responsable de l'octroi de l'agrément de savoir-faire.

3.6.8 Résumé de la description du savoir-faire

Le résumé est destiné à la publication formelle dans la CEI QC 001005 après que l'agrément de savoir-faire a été accordé.

Il doit comprendre une description concise du savoir-faire du fabricant et donner des informations suffisantes sur la technologie, les méthodes de fabrication et la gamme de produits pour laquelle le fabricant a été agréé.

3.6.6 Programme for capability approval

The manufacturer shall prepare a programme for the assessment of the declared capability. This programme shall be designed so that each declared limit of capability is verified by an appropriate CQC.

The programme shall include the following:

- a bar chart or other means of showing the proposed timetable for the approval exercise;
- details of all the CQCs to be used with references to their detail specifications;
- a chart showing the features to be demonstrated by each CQC;
- reference to the control plans to be used for process control.

For a general overview of capability approval see figure 2.

3.6.7 Capability approval test report

The report shall meet the specific requirements of annex D of this specification and shall contain the following information:

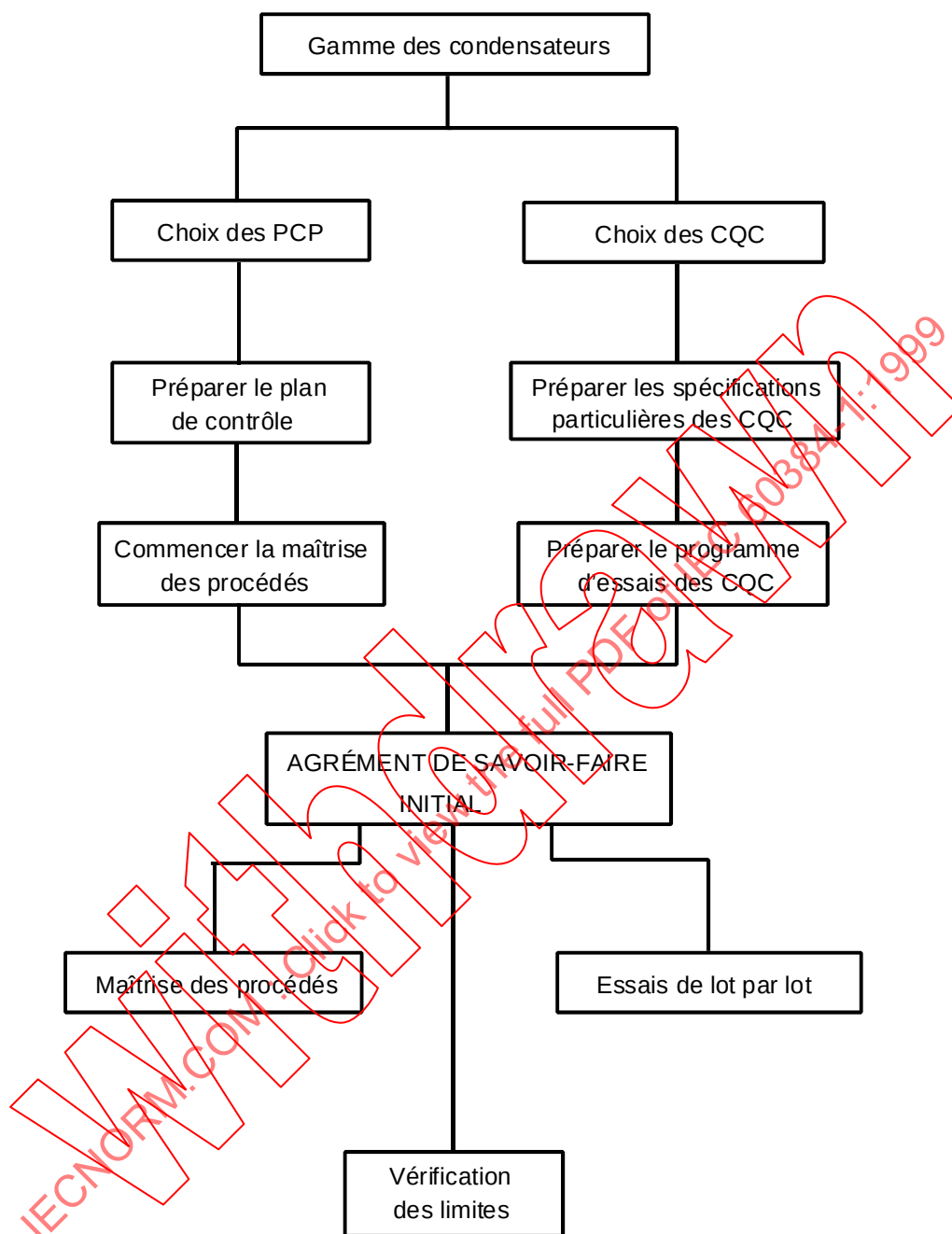
- the issue number and date of the capability manual;
- the programme for capability approval in accordance with 3.6.6;
- all the test results obtained during the performance of the programme;
- the test methods used;
- reports on actions taken in the event of failure (see 3.6.10.1).

The report shall be signed by the designated management representative (DMR) as a true statement of the results obtained and submitted to the body, designated in the national rules, which is responsible for the granting of capability approval.

3.6.8 Abstract of description of capability

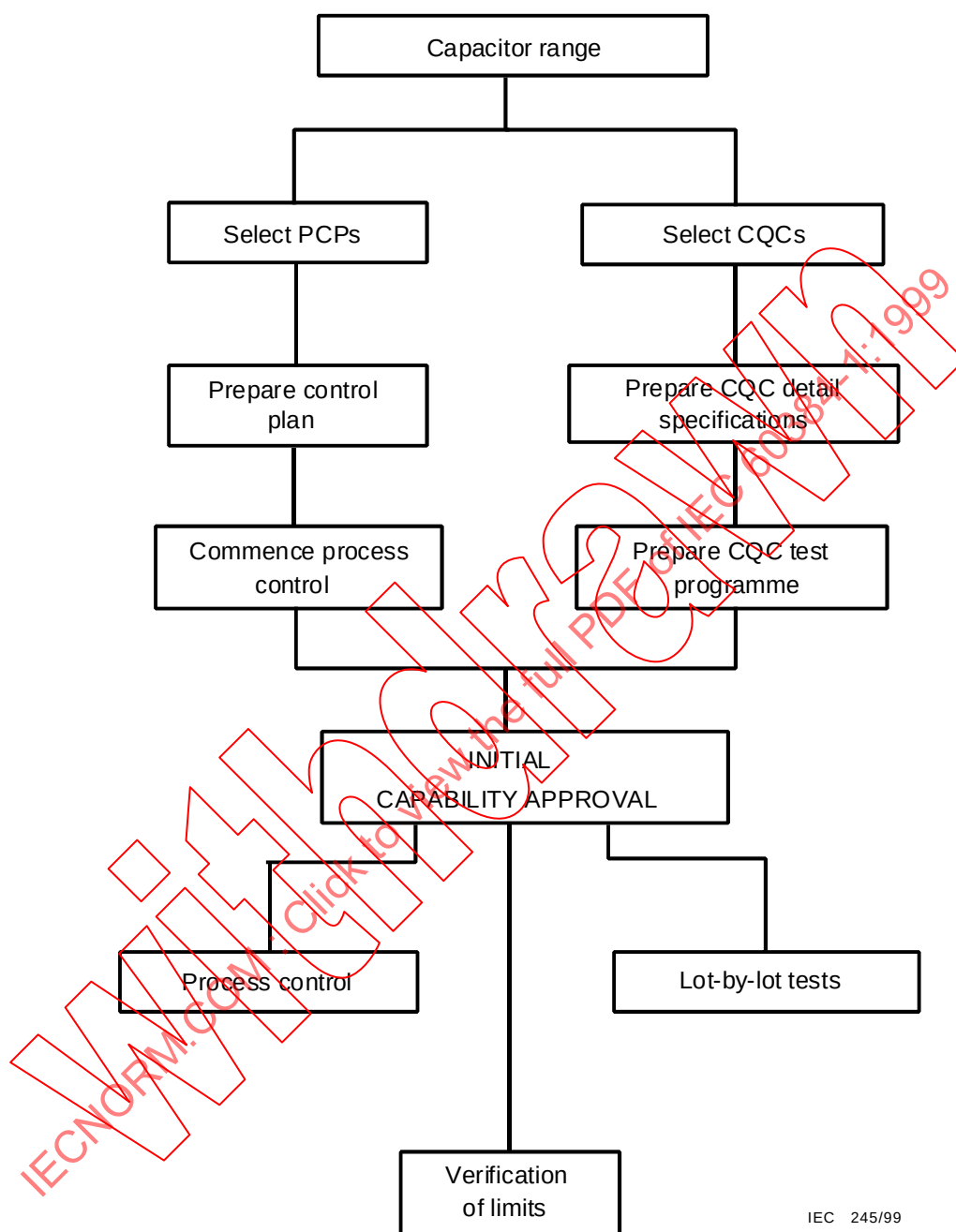
The abstract is intended for formal publication in IEC QC 001005 after capability approval has been granted.

It shall include a concise description of the manufacturer's capability and give sufficient information on the technology, methods of construction and range of products for which the manufacturer has been approved.



IEC 245/99

Figure 2 – Vue d'ensemble de l'agrément de savoir-faire



IEC 245/99

Figure 2 – General scheme for capability approval

3.6.9 Modifications susceptibles d'affecter l'agrément de savoir-faire

Toute modification susceptible d'affecter l'agrément de savoir-faire doit satisfaire aux exigences du 4.2.11 de la CEI QC 001002-3.

3.6.10 Agrément de savoir-faire initial

L'agrément est accordé lorsque:

- la gamme choisie de CQC a satisfait à l'ensemble des exigences d'évaluation des spécifications particulières des CQC, aucun composant non conforme n'étant autorisé;
- le plan de contrôle a été complètement mis en oeuvre dans le système de maîtrise des procédés.

3.6.10.1 Procédure en cas d'échec

Voir 4.2.10 de la CEI QC 001002-3, en appliquant les modalités suivantes:

En cas d'échec des spécimens dans le respect des exigences d'essai, le fabricant doit notifier à l'ONS et déclarer son intention de suivre l'une des actions décrites en a) et b) ci-dessous:

- a) modifier l'étendue proposée de son savoir-faire;
- b) conduire une investigation pour établir les causes du défaut qui peut être dû:
 - soit à l'essai lui-même, par exemple défaillance de l'équipement d'essai ou erreur de l'opérateur;
 - ou
 - soit à un défaut de conception ou de procédé.

Si la cause du défaut a été établie comme étant due à l'essai, alors le spécimen qui a semblé défectueux en apparence, ou un nouveau spécimen si besoin est, doit être soumis à nouveau au programme d'essai après que les actions correctives nécessaires aient été prises. S'il faut utiliser un nouveau spécimen, ce dernier doit être soumis à tous les essais, dans la séquence donnée, du ou des programmes d'essais applicables déjà réalisés sur le spécimen défectueux en apparence.

Si la cause du défaut a été établie comme étant due à un défaut de conception ou de procédé, un programme d'essai doit être effectué pour démontrer que la cause du défaut a été supprimée et que toutes les mesures correctives, y compris la documentation, ont été effectuées. Lorsque ceci a été accompli, les séquences d'essais dans lesquelles l'échec a eu lieu doivent être répétées en totalité avec les nouveaux CQC.

Après avoir terminé toutes ces actions, le fabricant doit faire un rapport à l'ONS et doit insérer une copie de ce dernier dans le rapport d'essai d'agrément de savoir-faire (voir 3.6.7).

3.6.10.2 Plan général pour le choix des PCP et des CQC

Chaque fabricant doit préparer un diagramme de cheminement du processus de fabrication, selon l'exemple donné dans la spécification intermédiaire applicable. Pour toutes les étapes de son diagramme, il doit inclure également les contrôles des procédés correspondants.

Le fabricant doit indiquer les contrôles comme montré dans l'exemple de la spécification intermédiaire applicable.

3.6.9 Modifications likely to affect the capability approval

Any modifications likely to affect the capability approval shall satisfy the requirements of 4.2.11 of IEC QC 001002-3.

3.6.10 Initial capability approval

The approval is granted when:

- the selected range of CQCs has collectively satisfied the assessment requirements of the CQC detail specifications, with no non-conforming item allowed;
- the control plan has been fully implemented in the process control system.

3.6.10.1 Procedure in the event of failure

See 4.2.10 of IEC QC 001002-3, with the following details:

In the event of the failure of the specimens to meet the test requirements, the manufacturer shall notify the NSI and shall state his intention to follow one of the actions described in a) and b) below:

- a) to modify the proposed scope of his capability;
- b) to conduct an investigation into the failure to establish the failure cause as being either:
 - failure of the test itself, for example, test equipment failure or operator error;
 - or
 - design or process failure.

If the cause of failure is established as a failure of the test itself, then either the specimen which apparently failed or a new one, if appropriate, shall be returned to the test schedule after the necessary corrective action has been taken. If a new specimen is to be used, it shall be subjected to all of the tests in the given sequence of the test schedule(s) appropriate to the apparently failed specimen.

If the cause of failure is established as a design or process failure, a test programme shall be carried out to demonstrate that the cause of the failure has been eradicated and that all corrective measures, including documentation, have been carried out. When this has been accomplished, the test sequences in which the failure has occurred shall be repeated in full using new CQCs.

After the action is complete the manufacturer shall send a report to the NSI, and shall include a copy in the capability approval test report (see 3.6.7).

3.6.10.2 General plan for the selection of PCPs and CQCs

Each manufacturer shall prepare a process flow chart, based on the example given in the relevant sectional specification. For all the process steps included in his flow chart, the manufacturer shall include the corresponding process controls.

Controls shall be denoted by the manufacturer as shown in the example in the relevant sectional specification.

3.6.10.3 Plans d'essai pour la maîtrise des procédés

Les plans d'essais doivent faire partie du système de la maîtrise des procédés du fabricant. Lorsque la maîtrise statistique de processus (SPC) est utilisée par le fabricant, elle doit être mise en oeuvre selon les exigences de base du SPC. Ces plans SPC représentent des contrôles obligatoires aux points de changement du processus.

Pour chaque étape du processus où un équipement de production est utilisé, le fabricant doit contrôler à intervalles réguliers les paramètres du processus et comparer les résultats aux limites de contrôle et d'actions qu'il souhaite établir.

3.6.10.4 Plans d'essai des CQC pour démontrer les limites du savoir-faire

Les plans d'essai des CQC pour démontrer les limites du savoir-faire doivent être prescrits dans la spécification intermédiaire applicable.

3.6.11 Octroi de l'agrément de savoir-faire

L'agrément de savoir-faire est accordé lorsque les procédures selon 4.2.6. de la CEI QC 001002-3 ont été pleinement satisfaites et que les exigences de la spécification intermédiaire applicable ont été remplies.

3.6.12 Maintien de l'agrément de savoir-faire

L'agrément de savoir-faire doit être maintenu par conformité aux exigences du 4.2.9 de la CEI QC 001002-3 et aux exigences déclarées dans le manuel de savoir-faire suivant le plan de maintien donné dans la spécification intermédiaire applicable.

En outre, les détails précisés ci-dessous s'appliquent:

- a) L'agrément de savoir-faire reste valide sans répéter les essais pendant deux ans.
- b) Le programme pour répéter les essais des CQC doit être défini par le fabricant. Pour la maîtrise des procédés, le fabricant doit établir un système de contrôle. Un exemple d'un diagramme de programme de contrôle peut être donné dans la spécification intermédiaire. Pour vérifier les limites du savoir-faire, le fabricant doit s'assurer que tous les plans d'essais du 3.6.10.4 qui sont applicables à son agrément de savoir-faire sont répétés au moins tous les deux ans.
- c) Le contrôle de la conformité de la qualité des condensateurs pour livraison peut être utilisé pour appuyer le maintien de l'agrément de savoir-faire, si applicable. En particulier, si le fabricant détient l'homologation d'une gamme de condensateurs qui sont fabriqués suivant les mêmes procédés et qui sont aussi dans l'étendue du savoir-faire pour lequel il a l'agrément, les résultats des essais de la maîtrise des procédés et ceux des essais périodiques de la conformité de la qualité issus de l'homologation peuvent être utilisés pour soutenir le maintien de l'agrément de savoir-faire.
- d) Le fabricant doit s'assurer que la gamme de CQC reste représentative des produits acceptés et en conformité avec les exigences de la spécification intermédiaire applicable.
- e) Le fabricant doit maintenir la production de telle sorte que:
 - les procédés spécifiés dans le manuel de savoir-faire demeurent inchangés, à l'exception de tout complément ou de toute suppression en accord avec l'ONS selon la procédure 3.6.9;
 - il ne doit y avoir aucune modification sur le site de la fabrication et dans les essais finaux;
 - il ne doit y avoir aucune rupture supérieure à six mois dans la production du fabricant sous agrément de savoir-faire.
- f) Le fabricant doit maintenir un enregistrement des progrès du programme de maintien du savoir-faire de façon qu'à tout moment, les limites du savoir-faire qui ont été vérifiées et celles qui sont en attente de l'être au moment requis puissent être établies.

3.6.10.3 Process control test plans

The test plans shall form part of the process control system used by the manufacturer. When statistical process control (SPC) is used, implementation shall be in accordance with SPC basic requirements. The SPC plans represent mandatory controls at process nodes.

For each process step where production equipment is employed, the manufacturer shall monitor the process parameters at regular intervals and compare the readings to the control and action limits which he will establish.

3.6.10.4 Test plans for CQCs demonstrating limits of capability

Test plans for CQCs for the demonstration of limits of capability shall be prescribed in the relevant sectional specification.

3.6.11 Granting of capability approval

Capability approval shall be granted when the procedures in accordance with 4.2.6 of IEC QC 001002-3 have been completed satisfactorily and the requirements of the relevant sectional specification have been met.

3.6.12 Maintenance of capability approval

Capability approval shall be maintained by complying with the requirements of 4.2.9 of IEC QC 001002-3 and the requirements declared in the capability manual following the schedule of maintenance given in the relevant sectional specification.

Additionally, the following details apply:

- a) Capability approval remains valid without retesting for two years.
- b) The programme for the retesting of CQCs shall be defined by the manufacturer. For process control, the manufacturer shall establish a control system. An example of a control programme chart may be given in the sectional specification. For verifying limits of capability, the manufacturer shall ensure that all the test plans of 3.6.10.4 which are relevant to his capability approval are repeated at least every two years.
- c) Quality conformance inspection of capacitors for delivery may be used to support the maintenance of capability approval where relevant. In particular, where the manufacturer holds qualification approval for a range of capacitors which are manufactured by the same processes and which also fall within the limits of capability for which he holds capability approval, process control test results and periodic quality conformance test results arising from the qualification approval may be used to support the maintenance of capability approval.
- d) The manufacturer shall ensure that the range of CQCs remains representative of the products released and in accordance with the requirements of the relevant sectional specification.
- e) The manufacturer shall maintain production, so that:
 - the processes specified in the capability manual, with the exception of any additions or deletions agreed with the NSI following the procedure of 3.6.9, remain unchanged;
 - no change in the place of manufacture, and final test has occurred;
 - no break exceeding six months in the manufacturer's production has occurred under capability approval.
- f) The manufacturer shall maintain a record of the progress of the maintenance of capability programme so that at any time the limits of capability which have been verified and those which are awaiting verification in the specified period can be established.

3.6.13 Extension de l'agrément de savoir-faire

Le fabricant peut étendre les limites de son agrément de savoir-faire en effectuant le plan d'essais du 3.6.10.4 relatif au type de limites à étendre. Si l'extension proposée se réfère à un type de limite différent de ceux décrits en 3.6.10.4, le fabricant doit proposer l'échantillonnage et les essais à réaliser, et ceux-ci doivent être approuvés par l'ONS. Le fabricant doit établir aussi la maîtrise des procédés sur tout nouveau procédé nécessité par la fabrication en fonction des nouvelles limites.

Une demande d'extension du savoir-faire doit être faite de la même façon que la demande d'agrément original.

3.6.14 Contrôle de la conformité de la qualité

Les exigences sur les essais de conformité de la qualité sont données dans la spécification particulière et doivent être réalisées conformément à 4.3.1 de la CEI QC 001002-3.

3.7 Retouche et réparation

3.7.1 Retouche

La retouche décrite en 4.1.4 de la CEI QC 001002-3 ne doit pas être effectuée si la spécification intermédiaire applicable l'interdit. La spécification intermédiaire applicable doit spécifier s'il y a limitation du nombre de retouches qui peuvent être effectuées sur un composant spécifique.

Toutes les retouches doivent être effectuées avant la constitution du lot de contrôle, en conformité avec les exigences de la spécification particulière.

Ces retouches doivent être complètement décrites dans la documentation correspondante établie par le fabricant et doivent être effectuées sous la surveillance du Contrôleur. Les retouches ne doivent pas être sous-traitées.

3.7.2 Réparation

Des condensateurs qui ont été réparés conformément à la CEI QC 001002-3 ne doivent pas être acceptés dans le système IECQ.

3.8 Acceptation pour livraison

Les condensateurs doivent être acceptés pour livraison suivant 3.2.6 et 4.3.2 de la CEI QC 001002-3, après que le contrôle de la conformité de la qualité prescrit dans la spécification particulière ait été effectué.

3.8.1 Autorisation de livraison avant l'achèvement des essais du groupe B, cas de l'homologation

Quand les conditions de la CEI 60410 pour le passage en contrôle réduit sont satisfaites pour tous les essais du groupe B, le fabricant est autorisé à livrer les composants avant l'achèvement de ces essais.

3.9 Rapports certifiés d'essais des lots acceptés

Lorsque des rapports certifiés d'essais sont demandés par un acheteur, ils doivent être spécifiés dans la spécification particulière.

NOTE – Pour l'agrément de savoir-faire, les rapports certifiés d'essais se réfèrent seulement aux essais effectués sur les composants pour agrément de savoir-faire.

3.6.13 Extension of capability approval

The manufacturer may extend the limits of his capability approval by carrying out the test plan from 3.6.10.4, which relates to the type of limit to be extended. If the proposed extension refers to a different type of limit from those described in 3.6.10.4, the manufacturer shall propose the sampling and tests to be used and these shall be approved by the NSI. The manufacturer shall also establish process control over any new processes needed for manufacture to the new limits.

An application for an extension of capability shall be made in the same way as for the original approval.

3.6.14 Quality conformance inspection

The quality conformance test requirements are given in the detail specification and shall be carried out in accordance with 4.3.1 of IEC QC 001002-3.

3.7 Rework and repair

3.7.1 Rework

Rework as defined in 4.1.4 of IEC QC 001002-3 shall not be carried out if prohibited by the relevant sectional specification. The relevant sectional specification shall state if there is a restriction on the number of occasions that rework may take place on a specific component.

All rework shall be carried out prior to the formation of the inspection lot offered for inspection in accordance with the requirements of the detail specification.

Such rework procedures shall be fully described in the relevant documentation produced by the manufacturer and shall be carried out under the direct control of the DMR. Rework shall not be subcontracted.

3.7.2 Repair

Capacitors which have been repaired as defined in IEC QC 001002-3 shall not be released under the IECQ system.

3.8 Release for delivery

Capacitors shall be released for delivery according to 3.2.6 and 4.3.2 of IEC QC 001002-3, after the quality conformance inspection prescribed in the detail specification has been carried out.

3.8.1 Release for delivery under qualification approval before the completion of Group B tests

When the conditions of IEC 60410 for changing to reduced inspection have been satisfied for all Group B tests, the manufacturer is permitted to release components before the completion of such tests.

3.9 Certified test records of released lots

When certified test records are requested by a purchaser, they shall be specified in the detail specification.

NOTE – For capability approval the certified test records refer only to tests carried out on capability qualifying components.

3.10 Livraison différée

Les condensateurs fixes emmagasinés pendant une période supérieure à deux ans (sauf durée différente indiquée dans la spécification intermédiaire), après l'acceptation du lot, doivent être recontrôlés, selon les prescriptions de la spécification intermédiaire.

La procédure appliquée par le contrôleur du fabricant pour recontrôler doit être approuvée par l'ONS.

Lorsqu'un lot a satisfait au nouveau contrôle, sa qualité est à nouveau assurée pour la période spécifiée.

3.11 Méthodes d'essai de remplacement

Voir 3.2.3.7 de la CEI QC 001002-3, compte tenu des modalités précisées ci-dessous.

En cas de litige, pour arbitrage ou référence, seules les méthodes spécifiées doivent être utilisées.

3.12 Fabrication située en dehors des limites géographiques des inspections IECQ

Un fabricant peut obtenir l'extension de son agrément pour couvrir la fabrication complète ou partielle des condensateurs dans une usine de sa société située dans un pays n'ayant pas d'ONS agréé pour le domaine technique concerné, ce pays étant ou non un pays membre de l'IECQ, pourvu que les exigences du 2.5.1.3 de la CEI QC 001002-3 soient satisfaites.

3.13 Valeurs intermédiaires à l'intérieur de la gamme approuvée

Des combinaisons intermédiaires de capacité/tension peuvent être acceptées dans les conditions suivantes.

3.13.1 Lorsqu'une valeur de capacité intermédiaire, à une tension nominale déjà approuvée, est requise, la valeur de capacité intermédiaire ne doit pas être supérieure à la valeur de capacité approuvée pour la tension nominale approuvée et les dimensions du boîtier.

3.13.2 Lorsqu'une valeur de capacité intermédiaire, à une tension nominale intermédiaire est requise, les dimensions du boîtier doivent être telles que la valeur de capacité intermédiaire tombe entre la valeur de capacité approuvée pour ces dimensions de boîtier à la tension nominale approuvée supérieure suivante et la valeur de capacité approuvée pour ces dimensions à la tension nominale approuvée inférieure suivante.

3.13.3 L'associativité doit être maintenue.

3.14 Paramètres non vérifiés

Seuls les paramètres d'un composant qui ont été spécifiés dans une spécification particulière et qui ont été soumis aux essais doivent être supposés être dans les limites spécifiées. On ne peut pas supposer que les paramètres non spécifiés demeureront inchangés d'un composant à l'autre. S'il est nécessaire, pour une raison quelconque, de contrôler davantage de paramètres, alors une nouvelle spécification plus approfondie doit être utilisée.

Les méthodes d'essais supplémentaires doivent être complètement décrites et les limites appropriées, les plans d'échantillonnage et les niveaux de contrôle spécifiés.

3.10 Delayed delivery

Capacitors held for a period exceeding two years (unless otherwise specified in the sectional specification) following the release of the lot shall, before delivery, be re-examined as specified in the sectional specification.

The re-examination procedure adopted by the manufacturer's DMR shall be approved by the NSI.

Once a lot has been satisfactorily re-inspected, its quality is reassured for the specified period.

3.11 Alternative test methods

See 3.2.3.7 of IEC QC 001002-3 with the following details.

In case of dispute, for referee and reference purposes, only the specified methods shall be used.

3.12 Manufacture outside the geographical limits of IECQ NSIs

A manufacturer may have his approval extended to cover part or complete manufacture of capacitors in a factory of his company located in a country which does not have an NSI for the technical area concerned, whether this country is a IECQ member country or not, provided that the requirements of 2.5.1.3 of IEC QC 001002-3 are met.

3.13 Intermediate values within an approved range

Intermediate capacitance/voltage combinations may be released subject to the following conditions.

3.13.1 When an intermediate capacitance value at an already approved rated voltage is required, the intermediate capacitance value shall not be greater than the approved capacitance value for the approved rated voltage and case size.

3.13.2 When an intermediate capacitance value at an intermediate rated voltage is required, the case size shall be such that the intermediate capacitance value falls between the approved capacitance value for this case size at the next higher approved rated voltage and the approved capacitance value for this case size at the next lower approved rated voltage.

3.13.3 Structural similarity shall be maintained.

3.14 Unchecked parameters

Only those parameters of a component which have been specified in a detail specification and which were subject to testing shall be assumed to be within the specified limits. It cannot be assumed that any unspecified parameter will remain unchanged from one component to another. Should it be necessary for any reason for further parameters to be controlled, then a new, more extensive specification shall be used.

The additional test method(s) shall be fully described and appropriate limits, sampling plans and inspection levels specified.

4 Méthodes d'essais et de mesures

4.1 Généralités

La spécification intermédiaire et/ou la spécification particulière-cadre doivent contenir des tableaux indiquant les essais à effectuer, les mesures à faire avant et après chaque essai ou chaque groupe d'essai et l'ordre dans lequel ces essais doivent être effectués. Les phases de chaque essai doivent être effectuées dans l'ordre indiqué. Les mesures finales doivent être effectuées dans les mêmes conditions de mesure que les mesures initiales.

Si des spécifications nationales, entrant dans le cadre d'un quelconque système d'assurance de la qualité, comprennent des méthodes autres que celles prescrites dans les documents mentionnés ci-dessus, ces méthodes doivent être décrites de façon détaillée.

Les limites données dans toutes les spécifications sont des limites absolues. Le principe à prendre en compte dans la mesure de l'incertitude doit être utilisé (voir CEI QC 001002-3, annexe C à l'article 2).

4.2 Conditions atmosphériques normales

4.2.1 Conditions atmosphériques normales d'essai

Sauf spécification contraire, tous les essais et mesures doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai fixées par le 5.3 de la CEI 60068-1:

- température: de 15 °C à 35 °C;
- humidité relative: de 25 % à 75 %;
- pression atmosphérique: de 86 kPa à 106 kPa.

Avant les mesures, le condensateur doit être stocké à la température de mesure pendant un temps suffisant pour lui permettre d'atteindre cette température en tout point. La durée prescrite pour la période de reprise à l'issue des tests est normalement suffisante pour satisfaire cette condition.

Lorsque les mesures sont effectuées à une température différente de la température spécifiée, les résultats doivent, si nécessaire, être corrigés en tenant compte de la température spécifiée. La température ambiante à laquelle ont été effectuées les mesures doit être mentionnée dans le procès-verbal d'essais. En cas de litige, les mesures doivent être répétées en utilisant l'une des températures d'arbitrage (données au 4.2.3) et les autres conditions données dans la présente spécification.

Lorsque plusieurs essais sont effectués à la suite, les mesures finales d'un essai peuvent être prises comme mesures initiales de l'essai suivant.

Pendant les mesures, le condensateur ne doit pas être exposé aux courants d'air, au rayonnement solaire direct ou à d'autres influences susceptibles d'introduire des erreurs.

4.2.2 Conditions de reprise

Sauf spécification contraire, la reprise doit s'effectuer dans les conditions atmosphériques normales d'essai (4.2.1).

Si la reprise doit être faite dans des conditions étroitement contrôlées, les conditions atmosphériques de reprises contrôlées du 5.4.1 de la CEI 60068-1 doivent être utilisées.

Sauf spécification contraire, donnée dans la spécification applicable, une durée de 1 h à 2 h doit être utilisée.

4 Tests and measurement procedures

4.1 General

The sectional and/or blank detail specification shall indicate the tests to be made, which measurements are to be made before and after each test or subgroup of tests, and the sequence in which they shall be made. The stages of each test shall be carried out in the order written. The measuring conditions shall be the same for initial and final measurements.

If national specifications within any quality assessment system include methods other than those specified in the above specifications, they shall be fully described.

Limits given in all specifications are absolute limits. The principle to take measurement uncertainty into account shall be applied (see IEC QC 001002-3, annex C to clause 2).

4.2 Standard atmospheric conditions

4.2.1 Standard atmospheric conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests and measurements shall be made under standard atmospheric conditions for testing as given in 5.3 of IEC 60068-1.

- temperature: 15 °C to 35 °C;
- relative humidity: 25 % to 75 %;
- air pressure: 86 kPa to 106 kPa.

Before the measurements are made, the capacitor shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the entire capacitor to reach this temperature. The period as prescribed for recovery at the end of a test is normally sufficient for this purpose.

When measurements are made at a temperature other than the specified temperature, the results shall, where necessary, be corrected to the specified temperature. The ambient temperature during the measurements shall be stated in the test report. In the event of a dispute, the measurements shall be repeated using one of the referee temperatures (as given in 4.2.3) and such other conditions as are prescribed in this specification.

When tests are conducted in a sequence, the final measurements of one test may be taken as the initial measurements for the succeeding test.

During measurements the capacitor shall not be exposed to draughts, direct sunlight or other influences likely to cause error.

4.2.2 Recovery conditions

Unless otherwise specified recovery shall take place under the standard atmospheric conditions for testing (4.2.1).

If recovery under closely controlled conditions is necessary, the controlled recovery conditions of 5.4.1 of IEC 60068-1 shall be used.

Unless otherwise specified in the relevant specification, a duration of 1 h to 2 h shall be used.

4.2.3 Conditions d'arbitrage

Pour les besoins d'arbitrage, choisir l'une des conditions atmosphériques normales pour les essais d'arbitrage données au 5.2 de la CEI 60068-1 qui sont données dans le tableau 1 ci-dessous et répétées ci-après:

Tableau 1 – Essais d'arbitrage: conditions atmosphériques normales

Température °C	Humidité relative %	Pression atmosphérique kPa
20 ± 1	63 à 67	86 à 106
23 ± 1	48 à 52	86 à 106
25 ± 1	48 à 52	86 à 106
27 ± 1	63 à 67	86 à 106

4.2.4 Conditions de référence

Pour référence, appliquer les conditions atmosphériques normales de référence données au 5.1 de la CEI 60068-1:

- température: 20 °C;
- pression atmosphérique: 101,3 kPa.

4.3 Séchage

4.3.1 Sauf prescription contraire dans la spécification applicable, le condensateur doit être conditionné pendant $96 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ par un chauffage dans un four à circulation d'air porté à une température de $55 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ et dont l'humidité relative ne dépasse pas 20 %.

4.3.2 Le condensateur doit être mis à refroidir dans un dessiccateur contenant un déshydratant approprié, tel que de l'alumine activée ou du silicagel, et doit y être maintenu depuis la sortie du four jusqu'au début des essais spécifiés.

4.4 Examen visuel et vérification des dimensions

4.4.1 Examen visuel

L'examen visuel doit montrer que l'état de la pièce, l'exécution et le fini sont satisfaisants (voir 2.2.34).

Le marquage doit être lisible à l'examen visuel et doit être conforme aux exigences de la spécification particulière.

4.4.2 Dimensions (au calibre)

Les dimensions pour lesquelles la spécification particulière précise qu'elles peuvent être contrôlées par calibre doivent être vérifiées; elles doivent être conformes aux valeurs prescrites dans la spécification particulière.

Lorsque cela est applicable, les mesures doivent être effectuées conformément à la CEI 60294 ou à la CEI 60717.

4.2.3 Referee conditions

For referee purposes, one of the standard atmospheric conditions for referee tests taken from 5.2 of IEC 60068-1, as given in table 1 below, shall be selected:

Table 1 – Reference test: standard atmospheric conditions

Temperature °C	Relative humidity %	Air pressure kPa
20 ± 1	63 to 67	86 to 106
23 ± 1	48 to 52	86 to 106
25 ± 1	48 to 52	86 to 106
27 ± 1	63 to 67	86 to 106

4.2.4 Reference conditions

For reference purposes, the standard atmospheric conditions for reference given in 5.1 of IEC 60068-1 apply:

- temperature: 20 °C;
- air pressure: 101,3 kPa.

4.3 Drying

4.3.1 Unless otherwise specified in the relevant specification, the capacitor shall be conditioned for $96 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ by heating in a circulating air oven at a temperature of $55 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ and a relative humidity not exceeding 20 %.

4.3.2 The capacitor shall then be allowed to cool in a desiccator using a suitable desiccant, such as activated alumina or silica gel, and shall be kept therein from the time of removal from the oven to the beginning of the specified tests.

4.4 Visual examination and check of dimensions

4.4.1 Visual examination

The condition, workmanship and finish shall be satisfactory, as checked by visual examination (see 2.2.34).

Marking shall be legible, as checked by visual examination and shall conform with the requirements of the detail specification.

4.4.2 Dimensions (gauging)

The dimensions indicated in the detail specification as being suitable for gauging shall be checked, and shall comply with the values prescribed in the detail specification.

When applicable, measurements shall be made in accordance with IEC 60294 or IEC 60717.

4.4.3 Dimensions (en détail)

Toutes les dimensions prescrites dans la spécification particulière doivent être vérifiées et doivent être conformes aux valeurs prescrites.

4.5 Résistance d'isolement

4.5.1 Avant d'effectuer cette mesure, les condensateurs doivent être complètement déchargés.

4.5.2 Sauf prescription contraire dans la spécification applicable, la résistance d'isolement doit être mesurée sous la tension spécifiée dans le tableau 2.

Tableau 2 – Mesure de la résistance d'isolement

Tension caractéristique du condensateur V	Tension de mesure V
U_R ou $U_C < 10$	U_R ou $U_C \pm 10\%$
$10 \leq U_R$ ou $U_C < 100$	$10 \pm 1^*$
$100 \leq U_R$ ou $U_C < 500$	100 ± 15
$500 \leq U_R$ ou U_C	500 ± 50
* Lorsqu'il peut être démontré que la tension n'a pas d'influence sur le résultat de la mesure, ou qu'une relation connue existe, la mesure peut être faite à des tensions pouvant atteindre, selon le cas, la tension nominale ou la tension de catégorie, sauf spécification contraire dans la spécification intermédiaire, la tension de 10 V doit être utilisée en cas de litige.	

Utiliser U_R , tension nominale, pour définir la tension de mesure lorsque l'essai est effectué dans les conditions atmosphériques normales.

Utiliser U_C , tension de catégorie, pour définir la tension de mesure lorsque l'essai est effectué à la température maximale de catégorie.

4.5.3 La résistance d'isolement doit être mesurée entre les points de mesure définis au tableau 3, prescrits dans la spécification applicable.

L'essai A, entre bornes, s'applique à tous les condensateurs, isolés et non isolés.

L'essai B, isolement interne, s'applique aux condensateurs isolés en boîtier métallique non isolé et aux condensateurs multiples isolés et non isolés.

L'essai C, isolement externe, s'applique aux condensateurs isolés en boîtier non métallique ou en boîtier métallique isolé. Pour cet essai, la tension de mesure doit être appliquée en utilisant l'une des trois méthodes suivantes selon prescription de la spécification applicable:

4.5.3.1 Méthode de la feuille métallique

Une feuille métallique doit être enroulée étroitement autour du corps du condensateur.

Pour les condensateurs à sorties axiales, cette feuille doit dépasser d'au moins 5 mm à chaque extrémité, pourvu qu'un espace minimal de 1 mm puisse être maintenu entre la feuille métallique et les sorties. Si cet espace minimal ne peut être assuré, la dimension de la feuille doit être réduite d'autant qu'il sera nécessaire pour ménager un espace de 1 mm.

Pour les condensateurs à sorties unilatérales, une distance minimale de 1 mm doit être maintenue entre le bord de la feuille et chaque sortie.

4.4.3 Dimensions (detail)

All dimensions prescribed in the detail specification shall be checked and shall comply with the values prescribed.

4.5 Insulation resistance

4.5.1 Before this measurement is made, the capacitors shall be fully discharged.

4.5.2 Unless otherwise specified in the relevant specification, the insulation resistance shall be measured, at the voltage specified in table 2.

Table 2 – Measurement of insulation resistance

Voltage rating of capacitor V	Measuring voltage V
U_R or $U_C < 10$	U_R or $U_C \pm 10\%$
$10 \leq U_R$ or $U_C < 100$	$10 \pm 1^*$
$100 \leq U_R$ or $U_C < 500$	100 ± 15
$500 \leq U_R$ or U_C	500 ± 50
* When it can be demonstrated that the voltage has no influence on the measuring result, or that a known relationship exists, measurement can be performed at voltages up to the rated or category voltage. In case of dispute, 10 V shall be used unless otherwise specified by the sectional specification.	

U_R is the rated voltage for use in defining the measuring voltage to be used under standard atmospheric conditions for testing.

U_C is the category voltage for use in defining the measuring voltage to be used at the upper category temperature.

4.5.3 The insulation resistance shall be measured between the measuring points defined in table 3, specified in the relevant specification.

Test A, between terminations, applies to all capacitors, whether insulated or not.

Test B, internal insulation, applies to insulated capacitors in uninsulated metal cases and to insulated and uninsulated multiple section capacitors.

Test C, external insulation, applies to insulated capacitors in non-metallic cases or in insulated metal cases. For this test, the measuring voltage shall be applied using one of the three following methods as specified in the relevant specification:

4.5.3.1 Foil method

A metal foil shall be closely wrapped around the body of the capacitor.

For capacitors with axial terminations this foil shall extend beyond each end by not less than 5 mm, provided that a minimum distance of 1 mm can be maintained between the foil and the terminations. If this minimum distance cannot be maintained, the extension of the foil shall be reduced by as much as is necessary to establish the distance of 1 mm.

For capacitors with unidirectional terminations, a minimum distance of 1 mm shall be maintained between the edge of the foil and each termination.

4.5.3.2 Méthode pour les condensateurs comportant des dispositifs de fixation

Le condensateur doit être monté de façon normale sur une plaque métallique dépassant d'au moins 12,7 mm, dans toutes les directions, la face de montage du condensateur.

4.5.3.3 Méthode du bloc métallique en V

Le condensateur doit être calé dans le fond d'un bloc métallique en V ouvert à 90° de dimensions telles que le corps du condensateur ne déborde pas des extrémités du bloc.

La force appliquée pour caler le condensateur doit être telle qu'elle garantisse un contact adéquat entre le condensateur et le bloc.

Le condensateur doit être placé conformément aux dispositions suivantes:

- a) condensateurs cylindriques: le condensateur doit être placé dans le bloc de manière que la sortie la plus éloignée de l'axe soit au plus près de l'une des faces du bloc;
- b) condensateurs rectangulaires: le condensateur doit être placé dans le bloc de manière que la sortie la plus proche du bord du condensateur soit au plus près de l'une des faces du bloc.

Pour les condensateurs cylindriques et rectangulaires à sorties axiales, on ne doit pas tenir compte du décentrement éventuel des sorties au point où elles sortent du corps du condensateur.

4.5.4 La résistance d'isolement doit être mesurée après que la tension ait été appliquée pendant $60 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$, sauf prescription contraire en spécification particulière.

4.5.5 Lorsque cela est prescrit par la spécification particulière, la température à laquelle est faite la mesure doit être notée. Si cette température diffère de 20 °C, une correction doit être apportée à la valeur mesurée en multipliant cette valeur par le facteur de correction approprié prescrit dans la spécification intermédiaire.

4.5.6 La spécification applicable doit prescrire:

- a) les points de mesure et la tension de mesure correspondant à chacun de ces points;
- b) la méthode d'application de la tension (l'une de celles décrites aux 4.5.3.1, 4.5.3.2 ou 4.5.3.3);
- c) le temps d'électrisation, s'il est différent de 1 min;
- d) toute précaution spéciale à prendre pendant les mesures;
- e) tous les facteurs de correction requis pour les mesures à l'intérieur de la gamme des températures couverte par les conditions normales d'essai;
- f) la température de mesure, si elle est différente des conditions atmosphériques normales d'essai;
- g) la valeur minimale de la résistance d'isolement pour les différents points de mesure (voir tableau 3).

4.5.3.2 Method for capacitors with mounting devices

The capacitor shall be mounted in its normal manner on a metal plate, which extends at least 12,7 mm in all directions beyond the mounting face of the capacitor.

4.5.3.3 V-block method

The capacitor shall be clamped in the trough of a 90° metallic V-block of such size that the capacitor body does not extend beyond the extremities of the block.

The clamping force shall be such as to guarantee adequate contact between the capacitor and the block.

The capacitor shall be positioned in accordance with the following:

- a) for cylindrical capacitors: the capacitor shall be positioned in the block so that the termination furthest from the axis of the capacitor is nearest to one of the faces of the block;
- b) for rectangular capacitors: the capacitor shall be positioned in the block so that the termination nearest the edge of the capacitor is nearest to one of the faces of the block.

For cylindrical and rectangular capacitors having axial terminations any out-of-centre positioning of the terminations at their emergence from the capacitor body shall be ignored.

4.5.4 The insulation resistance shall be measured after the voltage has been applied for $60\text{ s} \pm 5\text{ s}$, unless otherwise prescribed in the detail specification.

4.5.5 When prescribed by the detail specification the temperature at which the measurement is made shall be noted. If this temperature differs from 20 °C, a correction shall be made to the measured value by multiplying the value by the appropriate correction factor prescribed in the sectional specification.

4.5.6 The relevant specification shall prescribe:

- a) the measuring points and the measuring voltage corresponding to each of these test points;
- b) the method of applying the voltage (one of the methods described in 4.5.3.1, 4.5.3.2 or 4.5.3.3);
- c) time of electrification if other than 1 min;
- d) any special precautions to be taken during measurements;
- e) any correction factors required for measurement over the range of temperatures covered by the standard atmospheric conditions for testing;
- f) the temperature of measurement if other than the standard atmospheric conditions for testing;
- g) the minimum value of insulation resistance for the various measuring points (see table 3).

Tableau 3 – Points de mesure

Essais	Applicabilité	1: Condensateurs simples	2: Condensateurs multiples dont tous les éléments ont une borne commune	3: Condensateurs multiples dont les éléments n'ont pas de borne commune
A. Entre bornes (Voir note)	Tous condensateurs	1a: Entre bornes	2a: Entre la borne commune et chacune des autres bornes	3a: Entre les bornes de chaque élément
B. Isolement interne	Condensateurs simples et multiples isolés en boîtier métallique non isolé (1b, 2b, 3b)	1b: Entre les bornes reliées entre elles et le boîtier	2b: Entre toutes les bornes reliées entre elles et le boîtier	3b: Entre toutes les bornes reliées entre elles et le boîtier
	Condensateurs multiples isolés et non isolés (2c et 3c)		2c: Entre la borne non commune de chaque élément et toutes les autres bornes reliées entre elles	3c: Entre les bornes de chacun des éléments pris deux à deux, les deux bornes de chaque élément étant reliées entre elles
C. Isolement externe	Condensateurs isolés en boîtier non métallique ou en boîtier métallique isolé	1c: Entre les deux bornes reliées entre elles et, selon le cas, la feuille métallique, la plaque métallique ou le bloc métallique en V	2d: Entre toutes les bornes reliées entre elles et, selon le cas, la feuille métallique, la plaque métallique ou le bloc métallique en V	3d:
NOTE – Lorsqu'un condensateur a plus de deux bornes, les points de mesure doivent être les deux bornes isolées l'une de l'autre par l'élément diélectrique du condensateur. Par exemple, pour un condensateur de traversée coaxiale, les points de mesure doivent être l'une des bornes reliée au conducteur central et le boîtier métallique coaxial ou la face de montage.				

4.6 Tension de tenue

L'essai prescrit ci-après est un essai en courant continu. Lorsque la spécification applicable prescrit un essai en courant alternatif, le circuit d'essai doit être prescrit par cette spécification.

4.6.1 Circuit d'essai (pour l'essai entre bornes)

Les éléments du circuit d'essai doivent être tels que les conditions concernant les courants de charge et de décharge et la constante de temps à la charge, prescrits dans la spécification applicable, soient maintenus.

La figure 3 spécifie les caractéristiques d'un circuit d'essai approprié.

La résistance du voltmètre ne doit pas être inférieure à 10 000 Ω/V .

La résistance R_1 comprend la résistance interne de l'appareil d'essai.

Les résistances R_1 et R_2 doivent avoir une valeur suffisante pour limiter le courant de charge et de décharge à la valeur prescrite dans la spécification applicable.

Table 3 – Measuring points

Test	Applicable to:	1: Single-section capacitors	2: Multiple-section capacitors having common termination for all sections	3: Multiple-section capacitors having no common termination
A. Between terminations (see note)	All capacitors	1a: Between terminations	2a: Between each of the terminations and the common termination	3a: Between terminations of each section
B. Internal insulation	Insulated single- and multiple-section capacitors in uninsulated metal cases (1b, 2b, 3b)	1b: Between terminations connected together and the case	2b: Between all terminations connected together and the case	3b: Between all terminations connected together and the case
	Insulated and uninsulated multiple-section capacitors (2c and 3c)		2c: Between the non-common termination of each section and all the other terminations connected together	3c: Between the terminations of separate sections, the two terminations of each section being connected together
C. External insulation	Insulated capacitors in non-metallic cases or in insulated metal cases	1c: Between the two terminations connected together and, as appropriate, the metal foil, the metal plate or the metal V-block	2d: Between all terminations connected together and, as appropriate: the metal foil, the metal plate or the metal V-block	3d:
NOTE – Where a capacitor has more than two terminations, the measuring points shall be the two terminations which are insulated from one another by the capacitor's element dielectric. For example, for a coaxial lead-through capacitor, the measuring points shall be one of the terminations connected to the central conductor and the coaxial metal case or mounting face.				

4.6 Voltage proof

The test prescribed below is a d.c. test. When the relevant specification prescribes an a.c. test, the test circuit shall be prescribed by this specification.

4.6.1 Test circuit (for the test between terminations)

The test circuit elements shall be selected in such a way as to ensure that the conditions relating to the charging and discharging currents and the time constant for charging, prescribed in the relevant specification, are maintained.

Figure 3 specifies the characteristics of a suitable test circuit.

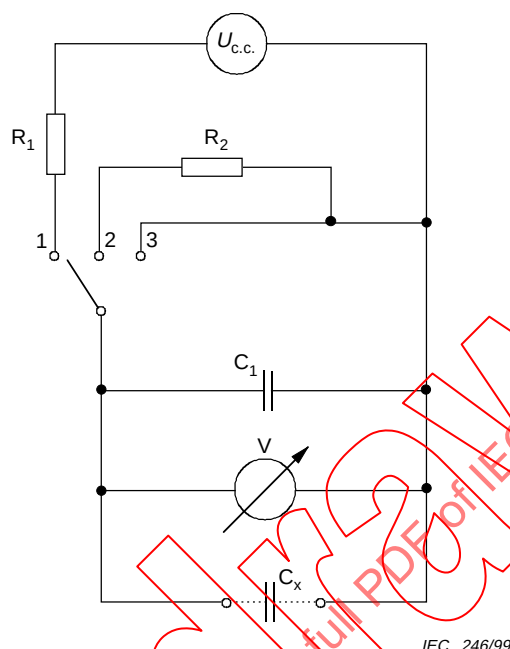
The resistance of the voltmeter shall be not less than 10 000 Ω/V .

The resistor R_1 includes the internal resistance of the voltage source.

The resistors R_1 and R_2 shall have a value sufficient to limit the charging and discharging current to the value prescribed in the relevant specification.

La capacité du condensateur C_1 doit être au moins dix fois plus grande que la capacité du condensateur en essai.

Si applicable, la constante de temps $R_1 \times (C_x + C_1)$ doit être inférieure ou égale à la valeur prescrite dans la spécification applicable.



NOTE – Le condensateur C_1 peut être omis pour l'essai de certains types de condensateurs. Il convient que cela soit fixé dans la spécification intermédiaire.

Figure 3 – Circuit d'essai de tension de tenue

4.6.2 Essai

L'essai comprend, selon le cas, une ou plusieurs parties conformément au tableau 3 et aux prescriptions de la spécification applicable.

4.6.2.1 Essai A – Entre bornes

4.6.2.1.1 Points d'application: 1a, 2a, 3a du tableau 3, selon prescriptions de la spécification applicable.

4.6.2.1.2 Procédure

Le commutateur étant placé en position 2, relier les deux bornes représentées sur la figure 3 à une source de tension continue réglable de puissance suffisante et réglée à la valeur de la tension d'essai.

Relier le condensateur à essayer (C_x) au circuit d'essai, comme indiqué sur la figure 3.

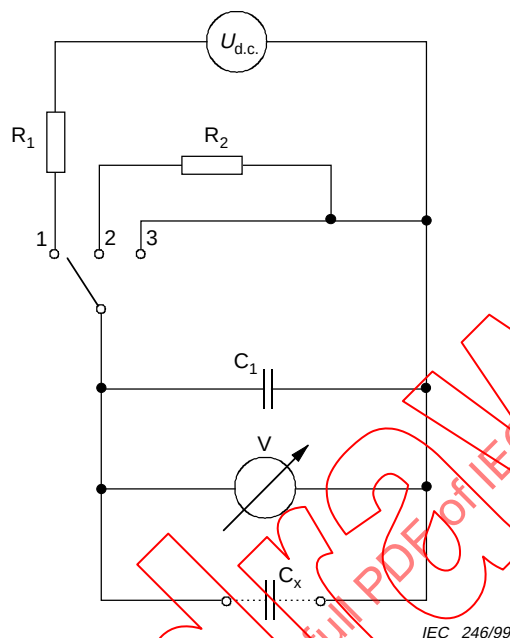
Placer le commutateur en position 1 de façon à charger les condensateurs C_1 et C_x à travers R_1 .

L'interrupteur reste dans cette position pendant le temps spécifié après que la tension d'essai ait été atteinte.

Les condensateurs C_1 et C_x sont ensuite déchargés à travers R_2 en plaçant le commutateur en position 2. Dès que le voltmètre est revenu à zéro, les condensateurs sont mis en court-circuit en plaçant le commutateur en position 3 et le condensateur C_x est déconnecté.

The capacitance of capacitor C_1 shall be not less than 10 times the capacitance of the capacitor under test.

If applicable the time constant $R_1 \times (C_x + C_1)$ shall be less than or equal to the value prescribed in the relevant specification.



NOTE – The capacitor C_1 may be omitted for the testing of certain types of capacitors. This should be stated in the sectional specification.

Figure 3 – Voltage proof test circuit

4.6.2 Test

Depending on the case, the test comprises one or more parts in accordance with table 3 and the requirements of the relevant specification.

4.6.2.1 Test A – Between terminations

4.6.2.1.1 Test points: 1a, 2a, 3a of table 3 in accordance with the requirements of the relevant specification.

4.6.2.1.2 Procedure

With the switch in position 2, connect the two terminals in figure 3 to a variable d.c. supply of sufficient power adjusted to the required test voltage.

Connect the capacitor to be tested (C_x) to the test circuit as indicated in figure 3.

Move the switch to position 1 so as to charge capacitors C_1 and C_x via R_1 .

The switch remains in this position for the time specified after the test voltage has been reached.

Discharge the capacitors C_1 and C_x through R_2 by moving the switch to position 2. As soon as the voltmeter reading has fallen to zero, short-circuit the capacitors by moving the switch to position 3 and disconnect the capacitor C_x .

4.6.2.2 Essai B – Isolement interne

4.6.2.2.1 Points d'application:

La tension d'essai est appliquée aux points 1b, 2b, 2c, 3b, 3c du tableau 3 selon prescriptions de la spécification applicable.

4.6.2.2.2 Procédure

La tension d'essai spécifiée est appliquée instantanément à travers la résistance interne de la source de tension pendant le temps prescrit par la spécification applicable. Pour le point 2c utiliser le circuit d'essai et la procédure indiquée pour l'essai entre bornes (4.6.1 et 4.6.2.1).

4.6.2.3 Essai C – Isolement externe (applicable seulement aux condensateurs isolés en boîtier non métallique ou en boîtier métallique isolé)

4.6.2.3.1 Points d'application:

La tension d'essai est appliquée aux points 1c, 2d ou 3d en utilisant, pour l'application de la tension, l'une des trois méthodes suivantes selon prescriptions de la spécification applicable.

4.6.2.3.2 Méthode de la feuille métallique

Une feuille métallique doit être enroulée étroitement autour du corps du condensateur.

Pour les condensateurs à sorties axiales, cette feuille doit dépasser d'au moins 5 mm à chaque extrémité pourvu qu'un espace minimal de 1 mm/kV puisse être maintenu entre la feuille métallique et les sorties. Si cet espace de 1 mm/kV entre la feuille métallique et la sortie reliée au corps du condensateur ne peut être maintenu, le débordement de la feuille doit être réduit autant qu'il est nécessaire pour établir l'espace de 1 mm/kV de tension d'essai.

Pour les condensateurs à sorties unilatérales, une distance minimale de 1 mm/kV doit être maintenue entre le bord de la feuille et chaque sortie.

En aucun cas la distance entre la feuille et les sorties ne doit être inférieure à 1 mm.

4.6.2.3.3 Méthode pour les condensateurs comportant des dispositifs de fixation

Le condensateur doit être monté de façon normale sur une plaque métallique dépassant d'au moins 12,7 mm, dans toutes les directions, la face de montage du condensateur.

4.6.2.3.4 Méthode du bloc métallique en V

Le condensateur doit être calé dans le fond d'un bloc métallique en V ouvert à 90° de dimensions telles que le corps du condensateur ne déborde pas des extrémités du bloc.

La force appliquée pour caler le condensateur doit être telle qu'elle garantisse un contact adéquat entre le condensateur et le bloc.

Le condensateur doit être placé conformément aux dispositions suivantes:

- a) condensateurs cylindriques: le condensateur doit être placé dans le bloc de manière que la sortie la plus éloignée de l'axe du condensateur soit au plus près de l'une des faces du bloc;
- b) condensateurs rectangulaires: le condensateur doit être placé dans le bloc de manière que la sortie la plus proche du bord du condensateur soit au plus près de l'une des faces du bloc.

Pour les condensateurs cylindriques et rectangulaires à sorties axiales, on ne doit pas tenir compte du décentrement éventuel de la sortie au point où elle sort du corps du condensateur.

4.6.2.2 Test B – Internal insulation

4.6.2.2.1 Test points

The test voltage is applied to 1b, 2b, 2c, 3b, 3c of table 3 in accordance with the requirements of the relevant specification.

4.6.2.2.2 Procedure

The specified test voltage is applied instantaneously via the internal resistance of the power supply for the time specified in the relevant specification. For point 2c use the test circuit and the procedure indicated for the test between terminations (4.6.1 and 4.6.2.1).

4.6.2.3 Test C – External insulation (applicable only to insulated capacitors in non-metallic case or in insulated metal case)

4.6.2.3.1 Test points

The test voltage is applied to 1c, 2d or 3d, using one of the three following methods for the application of the voltage in accordance with the requirements of the relevant specification.

4.6.2.3.2 Foil method

A metal foil shall be closely wrapped around the body of the capacitor.

For capacitors with axial terminations this foil shall extend beyond each end by not less than 5 mm, provided that a minimum distance of 1 mm/kV can be maintained between the foil and the terminations. If this minimum cannot be maintained, the extension of the foil shall be reduced by as much as is necessary to establish the distance of 1 mm/kV of test voltage.

For capacitors with unidirectional terminations, a minimum distance of 1 mm/kV shall be maintained between the edge of the foil and each termination.

In no case shall the distance between the foil and the terminations be less than 1 mm.

4.6.2.3.3 Method for capacitors with mounting devices

The capacitor shall be mounted in its normal manner on a metal plate which extends by not less than 12,7 mm in all directions beyond the mounting face of the capacitor.

4.6.2.3.4 V-block method

The capacitor shall be clamped in the trough of a 90° metallic V-block of such a size that the capacitor body does not extend beyond the extremities of the block.

The clamping force shall be such as to guarantee adequate contact between the capacitor and the block.

The capacitor shall be positioned as follows:

- for cylindrical capacitors: the capacitor shall be positioned in the block so that the termination furthest from the axis of the capacitor is nearest to one of the faces of the block;
- for rectangular capacitors: the capacitor shall be positioned in the block so that the termination nearest the edge of the capacitor is nearest to one of the faces of the block.

For cylindrical and rectangular capacitors having axial terminations any out-of-centre positioning of the termination at its emergence from the capacitor body shall be ignored.

4.6.2.3.5 Procédure

La tension d'essai spécifiée est appliquée instantanément à travers la résistance interne de la source de tension et pendant le temps prescrit par la spécification applicable.

4.6.3 Exigences

Pour chacun des points d'application spécifiés, il ne doit y avoir aucun signe de perforation ni de contournement pendant l'essai.

4.6.4 L'application répétée de l'essai de tension de tenue peut endommager le condensateur de façon irréversible et il convient de l'éviter dans toute la mesure du possible.

4.6.5 La spécification applicable doit prescrire:

- les points d'application (voir tableau 3) et la tension d'essai correspondant à chacun de ces points;
- pour l'essai d'isolement externe (essai C), la méthode d'application de la tension (l'une de celles décrites en 4.6.2.3);
- la durée d'application de la tension;
- le courant maximal de charge et de décharge;
- si applicable, la valeur maximale de la constante de temps à la charge ($R_1 \times (C_1 + C_x)$).

4.7 Capacité

4.7.1 Sauf prescription contraire dans la spécification applicable la capacité doit être mesurée à l'une des fréquences suivantes:

- condensateurs électrolytiques: de 100 Hz à 120 Hz
- autres condensateurs:

$C_R \leq 1 \text{ nF}$:	100 kHz, 1 MHz ou 10 MHz (la référence doit être 1 MHz)
$1 \text{ nF} < C_R \leq 10 \text{ }\mu\text{F}$:	1 kHz ou 10 kHz (la référence doit être 1 kHz)
$C_R > 10 \text{ }\mu\text{F}$:	50 Hz (60 Hz) ou 100 Hz (120 Hz)

La tolérance sur toutes les fréquences de mesure doit être de $\pm 20 \%$.

Sauf prescription contraire dans la spécification applicable, la tension de mesure ne doit pas être supérieure à 3 % de U_R ou 5 V, selon la plus faible des deux valeurs.

4.7.2 La précision de l'appareil de mesure doit être telle que l'erreur n'excède pas:

- pour les mesures absolues de capacité: 10 % de la tolérance sur la capacité nominale ou 2 % de la mesure absolue, la plus petite de ces deux valeurs étant applicable;
- pour les mesures de variation de capacité: 10 % de la variation maximale de capacité spécifiée.

Dans aucun des deux cas a) et b) ci-dessus, il n'est nécessaire que la précision soit meilleure que l'erreur absolue minimale de mesure (par exemple 0,5 pF) prescrite dans la spécification applicable.

4.6.2.3.5 Procedure

The specified test voltage is applied instantaneously through the internal resistance of the power source for the time specified in the relevant specification.

4.6.3 Requirements

For each of the specified test points there shall be no sign of breakdown or flashover during the test period.

4.6.4 Repeated application of the voltage proof test may cause permanent damage to the capacitor and should be avoided as far as possible.

4.6.5 The relevant specification shall prescribe:

- a) the test points (see table 3) and the test voltage corresponding to each of these points;
- b) for the external insulation test (test C), the method of applying the test voltage (one of the methods described in 4.6.2.3);
- c) the time for which the voltage is applied;
- d) the maximum charging and discharging currents;
- e) when applicable, the maximum value of the time constant for charging ($R_1 \times (C_1 + C_x)$).

4.7 Capacitance

4.7.1 The capacitance shall be measured at one of the following frequencies unless otherwise prescribed by the relevant specification:

- | | | |
|----------------------------|--|--|
| – electrolytic capacitors: | | 100 Hz to 120 Hz |
| – other capacitors: | $C_R \leq 1 \text{ nF}$: | 100 kHz, 1 MHz or 10 MHz
(1 MHz shall be reference) |
| | $1 \text{ nF} < C_R \leq 10 \text{ }\mu\text{F}$: | 1 kHz or 10 kHz
(1 kHz shall be reference) |
| | $C_R > 10 \text{ }\mu\text{F}$: | 50 Hz (60 Hz) or 100 Hz (120 Hz) |

The tolerance on all frequencies for measuring purposes shall not exceed $\pm 20 \%$.

The measuring voltage shall not exceed 3 % of U_R or 5 V, whichever is the smaller, unless otherwise prescribed in the relevant specification.

4.7.2 The accuracy of the measuring equipment shall be such that the error does not exceed:

- a) for absolute capacitance measurements: 10 % of the rated capacitance tolerance or 2 % absolute, whichever is the smaller;
- b) for measurement of variation of capacitance: 10 % of the specified maximum change of capacitance.

In neither case a) nor case b) need the accuracy be better than the minimum absolute measurement error (for example 0,5 pF) prescribed in the relevant specification.

4.7.3 La spécification applicable doit prescrire:

- a) la température de mesure si elle diffère des conditions atmosphériques normales d'essai;
- b) les fréquences de mesure et les gammes de capacité auxquelles elles s'appliquent si elles sont différentes de celles qui sont spécifiées en 4.7.1;
- c) l'erreur absolue de mesure lorsque cela est applicable (par exemple 0,5 pF);
- d) la tension de mesure si elle diffère de celle qui est spécifiée en 4.7.1;
- e) si applicable, la tension de polarisation à appliquer.

4.8 Tangente de l'angle de pertes et résistance série équivalente (RSE)

4.8.1 Tangente de l'angle de pertes

4.8.1.1 La tangente de l'angle de pertes doit être mesurée dans les mêmes conditions que celles indiquées pour la mesure de capacité à une ou plusieurs fréquences prises dans la liste du 4.7.1 et prescrites dans la spécification applicable.

4.8.1.2 Sauf prescription contraire en spécification intermédiaire, la méthode de mesure doit être telle que l'erreur ne dépasse pas 10 % de la valeur spécifiée ou 0,0003, selon la plus grande des deux valeurs.

4.8.2 Résistance série équivalente (RSE)

4.8.2.1 La RSE doit être mesurée à l'une des fréquences suivantes, sauf prescription contraire dans la spécification applicable:

50 Hz, 60 Hz, 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz et 10 MHz.

4.8.2.2 La précision de l'équipement de mesure doit être telle que l'erreur ne dépasse pas 10 % de l'exigence, sauf spécification contraire dans la spécification applicable.

4.8.2.3 La spécification applicable doit prescrire:

- a) la fréquence de mesure;
- b) l'erreur absolue de mesure;
- c) la tension de mesure, si différente de celle spécifiée en 4.7.1;
- d) tension de polarisation appliquée, si applicable;
- e) la température à laquelle les mesures doivent être effectuées, si différente de celle des conditions atmosphériques normales d'essai.

4.9 Courant de fuite

4.9.1 Avant d'effectuer cette mesure, les condensateurs doivent être complètement déchargés.

4.9.2 Le courant de fuite doit être mesuré, sauf prescription contraire dans la spécification applicable, sous la tension continue (U_R ou U_C) appropriée à la température de l'essai, après une période d'électrisation ne dépassant pas 5 min. Il n'est pas nécessaire d'appliquer la tension pendant la totalité des 5 min si le courant de fuite spécifié est atteint dans un temps plus court.

4.7.3 The relevant specification shall prescribe:

- a) the temperature for measurement if other than the standard atmospheric conditions for testing;
- b) the frequencies for measurement and the capacitance range over which they apply, if different from those specified in 4.7.1;
- c) the absolute measurement error, when applicable (for example 0,5 pF);
- d) measuring voltage if different from those specified in 4.7.1;
- e) the applied polarizing voltage, when applicable.

4.8 Tangent of loss angle and equivalent series resistance (ESR)

4.8.1 Tangent of loss angle

4.8.1.1 The tangent of loss angle shall be measured under the same conditions as those given for the measurement of capacitance at one or more frequencies taken from the list in 4.7.1, as prescribed in the relevant specification.

4.8.1.2 Unless otherwise specified in the sectional specification, the measuring method shall be such that the error does not exceed 10 % of the specified value or 0,0003, whichever is the greater.

4.8.2 Equivalent series resistance (ESR)

4.8.2.1 The ESR shall be measured at one of the following frequencies, unless otherwise prescribed by the relevant specification:

50 Hz, 60 Hz, 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz and 10 MHz.

4.8.2.2 The accuracy of the measuring equipment shall be such that the error does not exceed 10 % of the requirement, unless otherwise specified in the relevant specification.

4.8.2.3 The relevant specification shall prescribe:

- a) the frequency of measurement;
- b) the absolute error measurement;
- c) the measuring voltage, if different from that specified in 4.7.1;
- d) the applied polarizing voltage, where applicable;
- e) the temperature at which measurements shall be made, if other than the standard atmospheric conditions for testing.

4.9 Leakage current

4.9.1 Before this measurement is made, the capacitors shall be fully discharged.

4.9.2 The leakage current shall be measured, unless otherwise prescribed in the relevant specification, using the direct voltage (U_R or U_C) appropriate to the test temperature, after a maximum electrification period of 5 min. The full 5 min electrification need not to be applied if the specified leakage current limit is reached in a shorter time.

4.9.3 Une source de tension stable telle qu'une alimentation stabilisée doit être utilisée.

4.9.4 L'erreur de mesure ne doit pas être supérieure à $\pm 5 \%$ ou $0,1 \mu\text{A}$, selon la plus grande de ces deux valeurs.

4.9.5 Lorsque la spécification applicable le prescrit, une résistance de protection de $1\,000 \Omega$ doit être placée en série avec le condensateur pour limiter le courant de charge.

4.9.6 La spécification applicable doit prescrire:

- le courant de fuite à la température de référence de 20°C , et à d'autres températures spécifiées;
- si nécessaire, le facteur de correction, lorsque les mesures sont effectuées à une température située dans la plage des températures correspondant aux conditions atmosphériques normales d'essai, mais différente de 20°C ;
- le temps d'électrification, s'il diffère de 5 min;
- si une résistance de protection de $1\,000 \Omega$ doit ou ne doit pas être placée en série avec le condensateur pour limiter le courant de charge comme cela est indiqué en 4.9.5.

4.10 Impédance

L'impédance est mesurée par la méthode utilisant un voltmètre et un ampèremètre conformément au circuit de la figure 4, ou circuit équivalent.

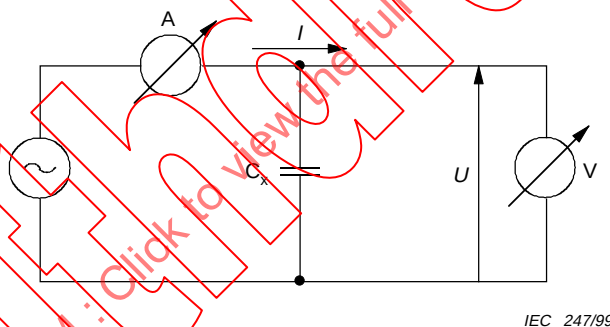


Figure 4 – Schéma de principe du circuit de mesure de l'impédance

L'impédance Z_x du condensateur C_x est donnée par:

$$Z_x = \frac{U}{I}$$

La fréquence de la tension de mesure doit être de préférence choisie parmi les valeurs suivantes:

50 Hz, 60 Hz, 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz et 10 MHz.

La précision de l'appareil de mesure doit être telle que l'erreur ne dépasse pas 10% de l'exigence, sauf spécification contraire dans la spécification applicable.

NOTE – Aux fréquences supérieures à 120 Hz des précautions sont nécessaires pour éviter des erreurs survenant du fait de courants parasites. Il convient que le courant traversant le condensateur soit limité de manière que le résultat de la mesure ne soit pas modifié de façon significative par une augmentation de la température du condensateur.

4.9.3 A steady source of power such as a regulated power supply shall be used.

4.9.4 The measurement error shall not exceed $\pm 5\%$ or $0,1\ \mu\text{A}$, whichever is the greater.

4.9.5 When prescribed in the relevant specification, a $1\ 000\ \Omega$ protective resistor shall be placed in series with the capacitor to limit the charging current.

4.9.6 The relevant specification shall prescribe:

- the leakage current limit at a reference temperature of $20\ ^\circ\text{C}$, and at other specified temperatures;
- when necessary, the correction factor, if the measurements are made at a temperature other than $20\ ^\circ\text{C}$, but within the range of temperatures covered by the standard atmospheric conditions for testing;
- the electrification time, if different from 5 min;
- whether or not a $1\ 000\ \Omega$ protective resistor shall be placed in series with the capacitor to limit the charging current as defined in 4.9.5.

4.10 Impedance

Impedance shall be measured by the voltmeter-ammeter method according to the circuit of figure 4, or equivalent.

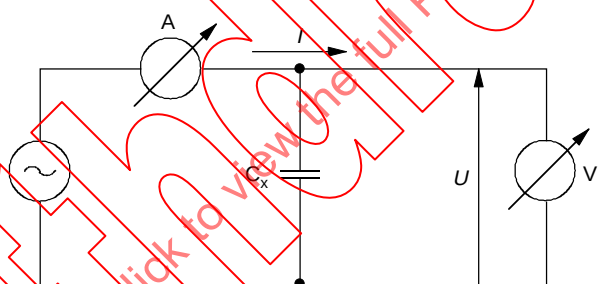


Figure 4 – Schematic diagram of the impedance measuring circuit

The impedance Z_x of the capacitor C_x is given by:

$$Z_x = \frac{U}{I}$$

The frequency of the measuring voltage shall, preferably, be chosen from the following values:

50 Hz, 60 Hz, 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz and 10 MHz.

The accuracy of the measuring equipment shall be such that the error does not exceed 10 % of the requirement, unless otherwise specified in the relevant specification.

NOTE – At frequencies above 120 Hz, precautions are necessary to avoid errors arising from stray currents. The current flowing through the capacitor should be limited so that the measuring result is not significantly affected by the rise of the temperature of the capacitor.

La spécification applicable doit prescrire:

- a) la fréquence de mesure;
- b) la ou les températures auxquelles les mesures doivent être effectuées;
- c) les limites de l'impédance ou du rapport des impédances mesuré à des températures différentes.

4.11 Inductance et fréquence de résonance propre

4.11.1 Fréquence de résonance propre (f_r)

Pour cette mesure, trois méthodes sont décrites. La première méthode est d'application générale, les autres méthodes peuvent convenir particulièrement pour la mesure de certains types de condensateurs de faible capacité.

La précision de l'appareil de mesure doit être telle que l'erreur ne dépasse pas 10 % de l'exigence, sauf prescription contraire dans la spécification applicable.

4.11.1.1 Méthode 1

La plus basse fréquence à laquelle l'impédance passe par un minimum est déterminée en utilisant la méthode de mesure de l'impédance du paragraphe 4.10 et un générateur de fréquence variable. Cette fréquence est la fréquence de résonance propre.

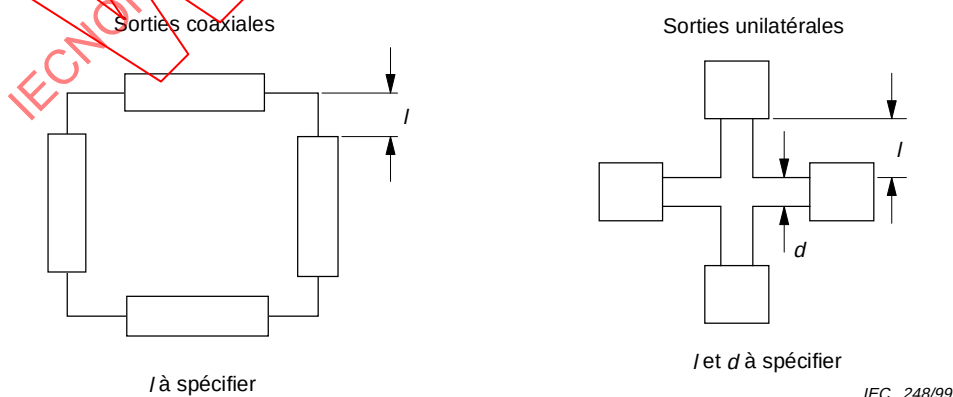
NOTE – Lorsqu'il est difficile de déterminer de façon précise la fréquence à laquelle l'impédance passe par un minimum, on peut utiliser un phasemètre pour comparer la phase de la tension aux bornes du condensateur avec la phase de la tension aux bornes d'une résistance faiblement inductive placée en série avec le condensateur. La fréquence de résonance est alors la fréquence à laquelle il n'y a pas de différence de phase. Un Q-mètre peut être utilisé pour cet usage.

4.11.1.2 Méthode 2

On doit utiliser, pour cette méthode, un ondemètre-oscillateur à absorption (grid-dip mètre).

4.11.1.2.1 Montage des condensateurs munis de sorties pour utilisation générale

Quatre condensateurs de valeurs presque égales et de configuration semblable sont soudés en série à angle droit pour former une boucle fermée. Les fils doivent avoir une longueur spécifiée et aucun autre câblage et aucune autre connexion ne doit être employée (voir figure 5). Cette boucle doit être couplée de façon aussi lâche que possible à un ondemètre-oscillateur à absorption et la fréquence de résonance est ainsi déterminée.



IEC 248/99

Figure 5 – Disposition de montage des condensateurs

The relevant specification shall prescribe:

- a) the frequency of measurement;
- b) the temperature(s) at which measurements shall be made;
- c) the limits of impedance, or ratio of impedances measured at different temperatures.

4.11 Inductance and self-resonant frequency

4.11.1 Self-resonant frequency (f_r)

For this measurement three methods are described. The first method is for general application; the other methods may be particularly suitable for measuring certain types of capacitors having low capacitance.

The accuracy of the measuring equipment shall be such that the error does not exceed 10 % of the requirement, unless otherwise specified in the relevant specification.

4.11.1.1 Method 1

Using the impedance measuring method of 4.10 and a variable frequency source, the lowest frequency shall be determined at which the impedance passes through a minimum. This is the self-resonant frequency.

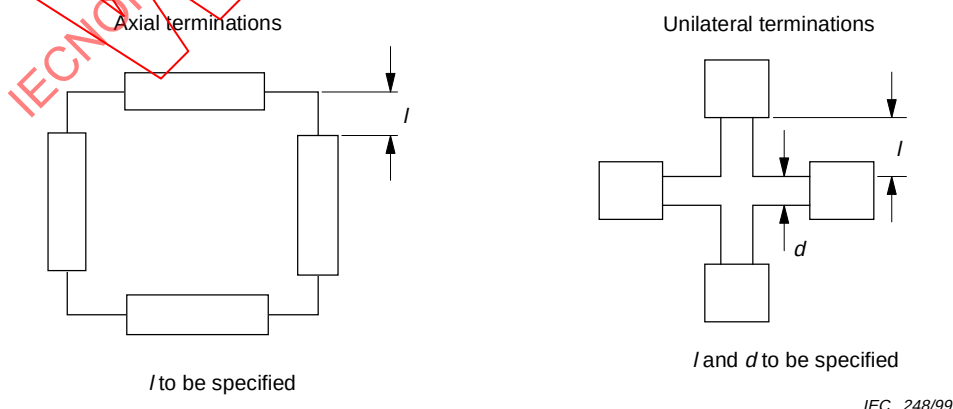
NOTE – When it is difficult to determine precisely the frequency at which the impedance is at a minimum, then use may be made of a phase-meter to compare the phase of the voltage across the capacitor with the phase of the voltage across a low-inductance resistor connected in series with the capacitor. The resonant frequency is then the frequency when there is no phase difference. A Q-meter may be used for this purpose.

4.11.1.2 Method 2

For this measuring method, use shall be made of an absorption oscillator-wavemeter (grid dip meter).

4.11.1.2.1 Mounting of capacitors with terminations for general use

Four capacitors of nearly equal value and configuration shall be soldered in series at right angles to form a closed loop. The wires shall be of the specified length and no additional wiring or connections shall be employed (see figure 5). This loop shall be coupled as loosely as possible to an absorption oscillator-wavemeter and the resonant frequency shall then be determined.



IEC 248/99

Figure 5 – Capacitor mounting arrangement

4.11.1.2.2 Montage des condensateurs munis de sorties pour utilisation sur circuit imprimé

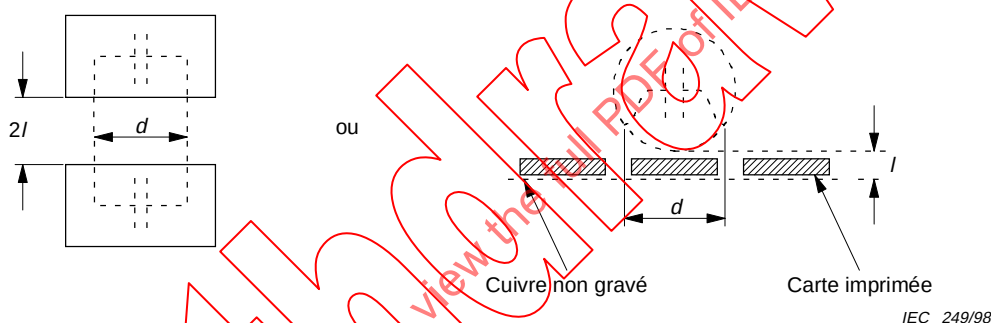
Pour déterminer la fréquence de résonance dans les conditions de montage sur un circuit imprimé et lorsque la configuration du boîtier et/ou des sorties n'autorise pas la formation correcte d'une boucle de quatre condensateurs, la boucle doit être constituée de deux condensateurs (presque) identiques ayant des sorties droites de longueur spécifiée (voir figure 6).

Le second condensateur peut être remplacé par son image dans une plaque conductrice servant de miroir, de la façon suivante:

Une plaque de circuit imprimée dont le cuivre n'est pas gravé et dont les bords ont une dimension au moins trois fois supérieure à la dimension maximale du condensateur, est percée en son centre pour que le condensateur puisse être monté normalement.

La spécification applicable doit prescrire les détails du montage. Le condensateur est soudé de telle sorte qu'il soit court-circuité par la feuille de cuivre. Le condensateur est ensuite couplé à la bobine de recherche de l'ondemètre et la mesure est effectuée comme en 4.11.1.2.4.

NOTE – Pour les condensateurs en boîtier métallique, il peut être nécessaire d'utiliser des dispositions spéciales pour le couplage; ces dispositions doivent être prescrites dans la spécification applicable.



l et d à spécifier, ou l doit être mesurée à partir du plan d'appui

Figure 6 – Disposition de montage des condensateurs

4.11.1.2.3 Description de la méthode

L'ondemètre-oscillateur à absorption est un oscillateur L-C à fréquence variable dont l'inductance est constituée d'une bobine de recherche extérieure. Lorsque la bobine de recherche est couplée à un autre circuit résonant, une partie de la puissance est absorbée, provoquant une variation de la tension moyenne de grille (grille de transistor à effet de champ). Cette tension qui est contrôlée baisse donc brutalement (dip) à la fréquence de résonance du circuit couplé. Ce circuit couplé est constitué de quatre condensateurs montés comme décrit en 4.11.1.2.1 et connectés en série pour minimiser l'inductance mutuelle.

4.11.1.2.2 Mounting of capacitors with terminations for printed circuit use

To determine the resonant frequency under the conditions of the capacitor being mounted on a printed circuit board and where the configuration of the case and/or the terminations does not permit a four capacitor loop to be formed correctly, the loop shall be formed by two (nearly) identical capacitors with straight terminations of specified length (see figure 6).

The second capacitor may be substituted by its mirror image on a conductive plane in the following way:

A copper-clad, unetched sheet of printed circuit base material, the edges of which are at least three times as long as the maximum dimension of the capacitor, is drilled in its centre to accommodate the capacitor in its normal way.

The relevant specification shall prescribe the details of mounting. The capacitor is soldered in place with the capacitor being short-circuited by the copper laminate. Then the capacitor is coupled to the search coil and measured as in 4.11.1.2.4.

NOTE – Metal-cased capacitors may necessitate special arrangements for coupling, which shall be prescribed in the relevant specification.

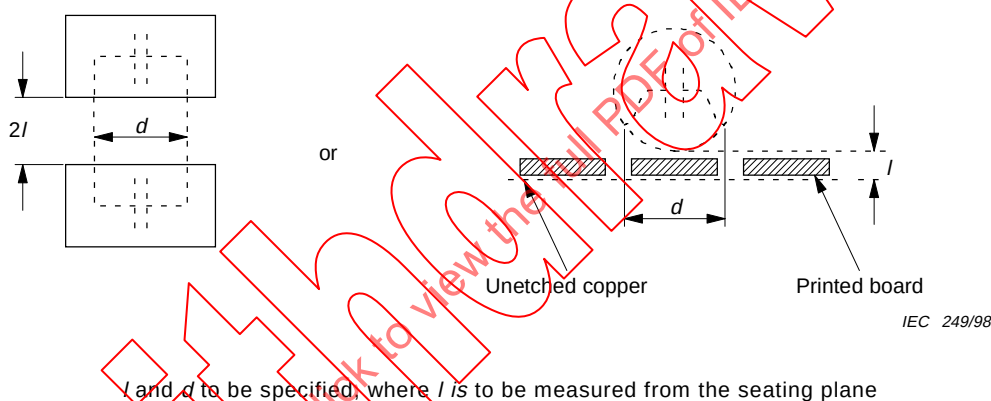
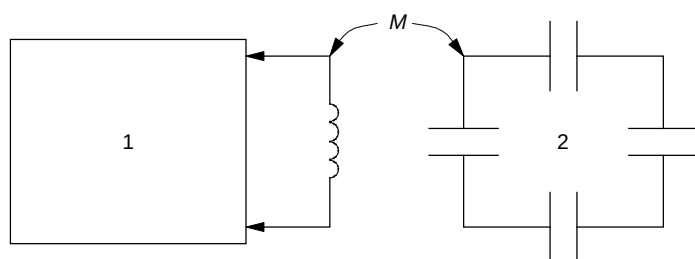


Figure 6 – Capacitor mounting arrangement

4.11.1.2.3 Description of the method

The absorption oscillator-wavemeter is a variable frequency L-C oscillator with the inductor formed as an external search coil. When the search coil is coupled into another resonant circuit, power is absorbed causing a change in the mean grid (gate on FETs) voltage. This is monitored and hence "dips" at the resonant frequency of the coupled circuit. This coupled circuit consists of four capacitors mounted as described in 4.11.1.2.1 and connected in series to minimize the mutual inductance.

Un schéma typique montrant l'utilisation d'un ondemètre-oscillateur à absorption est donné en figure 7.



IEC 250/99

- 1 ondemètre-oscillateur à absorption (grid dip mètre)
- 2 circuit résonant couple
- M facteur de couplage

Figure 7 – Schéma typique d'un ondemètre-oscillateur à absorption

4.11.1.2.4 Utilisation de l'ondemètre oscillateur à absorption

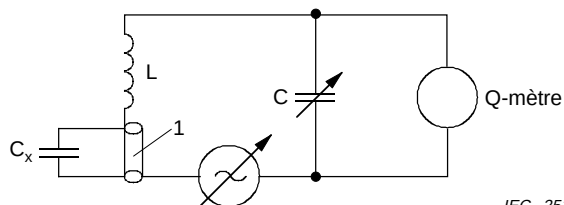
La bobine de recherche de l'ondemètre étant proche des condensateurs en mesure, on s'approche de la fréquence de résonance en partant d'une fréquence plus basse. Il convient de vérifier toute baisse brutale en éloignant l'ondemètre des condensateurs (en réduisant la puissance absorbée) afin de s'assurer que cette baisse brutale n'est pas due à un effet propre à l'ondemètre. Il convient de mesurer la fréquence de résonance avec un couplage aussi faible que possible pour éviter la dérive de l'oscillateur.

4.11.1.2.5 Exigences

La fréquence de résonance ne doit pas dépasser les limites prescrites par la spécification applicable.

4.11.1.3 Méthode 3

Cette méthode convient particulièrement aux condensateurs de faible capacité et de fréquence de résonance propre comprise dans la gamme de fonctionnement du Q-mètre. En utilisant un Q-mètre et le circuit indiqué en figure 8, on détermine la fréquence la plus basse à laquelle la même fréquence de résonance est obtenue, que la barrette de court-circuit soit en place ou non. On peut montrer que cette fréquence est égale à la fréquence de résonance propre du condensateur.



IEC 251/99

1 barrette de court-circuit

Figure 8 – Schéma de principe du circuit de mesure

A typical diagram showing the use of an absorption oscillator-wavemeter is given in figure 7.

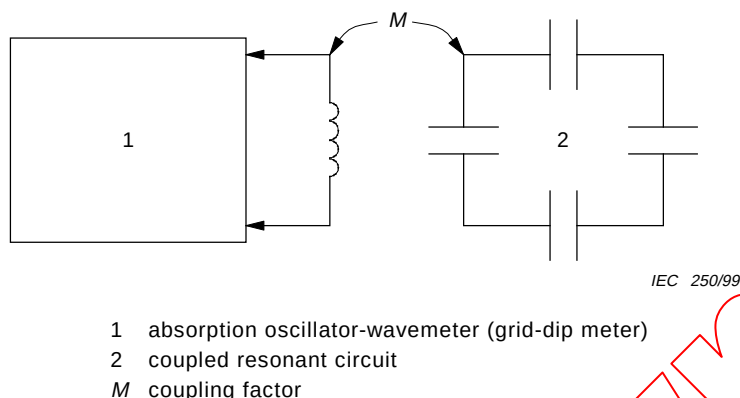


Figure 7 – Typical diagram of an absorption oscillator-wavemeter

4.11.1.2.4 Use of the absorption oscillator-wavemeter

With the search coil of the wavemeter close to the capacitors under investigation, the resonant frequency is approached from a lower frequency. Dips should be checked by moving the wavemeter away from the capacitors (reducing the absorbed power) to make sure the dip is not due to internal effects of the wavemeter. The resonant frequency should be measured with as loose a coupling as is practical to avoid pulling the oscillator.

4.11.1.2.5 Requirements

The resonant frequency shall not exceed the limits prescribed by the relevant specification.

4.11.1.3 Method 3

This method is particularly suitable for capacitors of low capacitance and with a self-resonant frequency within Q-meter operating range. Using a Q-meter and the circuit shown in figure 8, the lowest frequency shall be determined at which the same resonant frequency is obtained, whether the capacitor shorting strap is in place or not. This frequency can be shown equal to the self-resonant frequency of the capacitor.

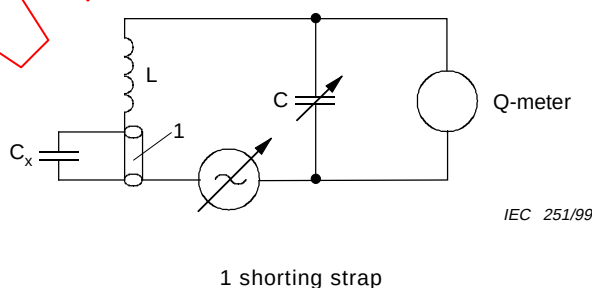


Figure 8 – Schematic diagram of the measuring circuit

4.11.2 Inductance

L'inductance série L_X d'un condensateur est calculée à partir de la fréquence de résonance propre mesurée du condensateur f_r en utilisant la formule suivante:

$$L_X = \frac{1}{4\pi^2 \times f_r^2 \times C_X}$$

où C_X est la capacité du condensateur mesurée conformément à 4.7 et aux exigences de la spécification intermédiaire applicable.

4.11.3 La spécification applicable doit prescrire:

- a) la méthode préférentielle;
- b) la longueur des sorties du condensateur à employer pour la mesure;
- c) tout dispositif spécial de montage;
- d) les limites de l'inductance série ou de la fréquence de résonance propre.

4.12 Sortie de l'armature extérieure

4.12.1 L'indication correcte de la sortie reliée à l'armature métallique extérieure doit être vérifiée par une méthode ne détériorant pas le condensateur.

4.12.2 Une méthode convenable est donnée dans la figure 9.

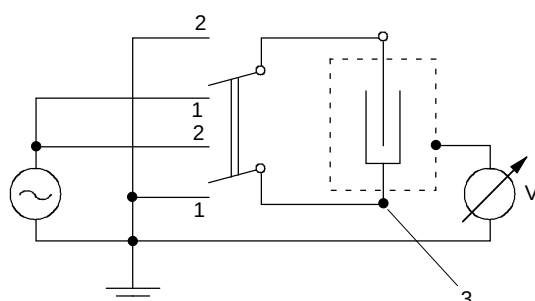
4.12.2.1 La fréquence du générateur peut être comprise entre 50 Hz et quelques milliers de hertz et doit être choisie de manière que la mesure ait un résultat net, la valeur la plus appropriée dépendant du type de condensateur en essai.

La tension doit être de l'ordre de 10 V.

Le voltmètre doit avoir une impédance d'entrée de 1 MΩ ou plus.

La capacité parasite du câblage doit être faible.

4.12.2.2 Lorsque l'interrupteur est en 1, la déviation du voltmètre doit être notablement plus faible que celle produite lorsque l'interrupteur est en 2.



IEC 252/99

3 sortie de l'armature extérieure

Figure 9 – Circuit d'essai

4.11.2 Inductance

The series inductance L_X of a capacitor is calculated from the measured self-resonant frequency f_r of the capacitor using the formula given below:

$$L_X = \frac{1}{4\pi^2 \times f_r^2 \times C_X}$$

where C_X is the capacitance of the capacitor measured in accordance with 4.7 and the requirements of the relevant sectional specification.

4.11.3 The relevant specification shall prescribe:

- a) which test method is preferred;
- b) the lead length of the capacitor to be employed in the measurement;
- c) any special mounting arrangement;
- d) the limits of series inductance or self-resonant frequency.

4.12 Outer foil termination

4.12.1 The correct indication of the termination which is connected to the outside metal foil shall be checked in such a way that the capacitor is not damaged.

4.12.2 A suitable method is given in figure 9.

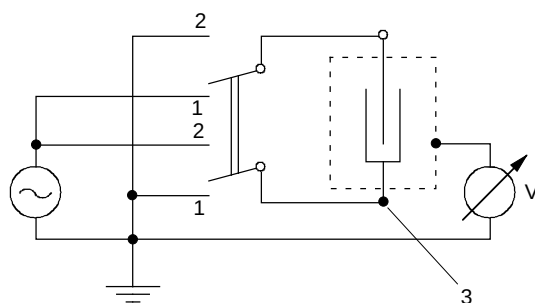
4.12.2.1 The frequency of the generator may be from 50 Hz to a few thousand hertz and shall be so chosen as to give a clear result of measurement, the most appropriate value being dependent on the type of capacitor under test.

The voltage shall be of the order of 10 V.

The voltmeter shall have an input impedance of not less than 1 MΩ.

The stray capacitance of the wiring shall be kept low.

4.12.2.2 With the switch in position 1, the deflection of the voltmeter shall be markedly less than with the switch in position 2.



IEC 252/99

3 outer foil termination

Figure 9 – Test circuit

4.13 Robustesse des sorties

Les condensateurs doivent être soumis aux conditions des essais U_{a1} , U_b , U_c et U_d de la CEI 60068-2-21 qui sont applicables.

4.13.1 Essai U_{a1} – Traction

La force à appliquer doit être:

- pour les sorties autres que les sorties par fils: 20 N;
- pour les sorties par fils, voir tableau 4.

Tableau 4 – Force de traction

Section nominale du fil (S) (voir note) mm ²	Diamètre correspondant (d) pour les fils de section circulaire mm	Force avec une tolérance de $\pm 10\%$ N
$S \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	1
$0,05 < S \leq 0,1$	$0,25 < d \leq 0,35$	2,5
$0,07 < S \leq 0,2$	$0,35 < d \leq 0,5$	5
$0,2 < S \leq 0,5$	$0,5 < d \leq 0,8$	10
$0,5 < S \leq 1,2$	$0,8 < d \leq 1,25$	20
$1,2 < S$	$1,25 < d$	40

NOTE – Pour les fils de section circulaire, les bandes ou les broches: la surface de la section nominale du fil est égale à la valeur calculée à partir des dimensions nominales données dans la spécification applicable. Pour les fils câblés: la surface de la section nominale du fil est obtenue en faisant la somme des surfaces de section de chaque conducteur câblé spécifié dans la spécification applicable.

4.13.2 Essai U_b – Pliage (sur la moitié des sorties)

Méthode 1: Deux pliages doivent être successivement effectués dans chaque direction. Cet essai ne doit pas s'appliquer aux composants dont les sorties sont décrites comme rigides dans la spécification particulière.

4.13.3 Essai U_c – Torsion (autre moitié des sorties)

La méthode A, sévérité 2 (deux rotations successives de 180°) doit être utilisée.

Cet essai ne doit pas être appliqué aux sorties décrites comme rigides dans la spécification particulière et aux composants à sorties unilatérales prévus pour être utilisés sur des circuits imprimés.

4.13.4 Essai U_d – Couple (pour les sorties par goujons filetés ou vis et pour les dispositifs de fixation)

Tableau 5 – Couple

Diamètre nominal du filet mm		2,6	3	3,5	4	5	6
Moment du couple Nm	Sévérité 1	0,4	0,5	0,8	1,2	2,0	2,5
	Sévérité 2	0,2	0,25	0,4	0,6	1,0	1,25

4.13 Robustness of terminations

The capacitors shall be subjected to Tests Ua₁, Ub, Uc, and Ud of IEC 60068-2-21, as applicable.

4.13.1 Test Ua₁ – Tensile

The force applied shall be:

- for terminations other than wire terminations: 20 N;
- for wire terminations see table 4.

Table 4 – Tensile force

Nominal cross-sectional area (S) (see note)	Corresponding diameter (d) for circular-section wires	Force with tolerance of $\pm 10\%$
mm ²	mm	N
$S \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	1
$0,05 < S \leq 0,1$	$0,25 < d \leq 0,35$	2,5
$0,07 < S \leq 0,2$	$0,35 < d \leq 0,5$	5
$0,2 < S \leq 0,5$	$0,5 < d \leq 0,8$	10
$0,5 < S \leq 1,2$	$0,8 < d \leq 1,25$	20
$1,2 < S$	$1,25 < d$	40

NOTE – For circular-section wires, strips or pins: the nominal cross-sectional area is equal to the value calculated from the nominal dimension(s) given in the relevant specification. For stranded wires, the nominal cross-sectional area is obtained by taking the sum of the cross-sectional areas of the individual strands of the conductor specified in the relevant specification.

4.13.2 Test Ub – Bending (half of the sample)

Method 1: Two consecutive bends shall be applied in each direction. This test shall not apply if, in the detail specification, the terminations are described as rigid.

4.13.3 Test Uc – Torsion (remaining sample)

Method A, severity 2 (two successive rotations of 180°) shall be used.

This test shall not apply if in the detail specification the terminations are described as rigid and to components with unidirectional terminations designed for printed wiring applications.

4.13.4 Test Ud – Torque (for terminations with threaded studs or screws and for integral mounting devices)

Table 5 – Torque

Nominal thread diameter		2,6	3	3,5	4	5	6
mm							
Torque Nm	Severity 1	0,4	0,5	0,8	1,2	2,0	2,5
	Severity 2	0,2	0,25	0,4	0,6	1,0	1,25

4.13.5 Examen visuel

Après chacun de ces essais, les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent présenter aucun dommage visible.

4.14 Résistance à la chaleur de brasage

4.14.1 Lorsque cela est prescrit dans la spécification applicable, les condensateurs doivent être séchés en utilisant la méthode décrite au 4.3.

Les condensateurs doivent être mesurés selon les prescriptions de la spécification applicable.

4.14.2 Sauf prescription contraire dans la spécification applicable, un des essais suivants doit être appliqué de la façon prescrite par la spécification applicable.

- a) Pour tous les condensateurs à l'exception de ceux de b) et c) ci-après s'applique l'essai Tb, méthode 1A de la CEI 60068-2-20, avec:
 - température du bain d'alliage: $260\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - profondeur d'immersion à partir du plan d'appui: $2,0\text{ }^0_{-0,5}\text{ mm}$, en utilisant un écran isolant du point de vue thermique de $1,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ d'épaisseur;
 - temps d'immersion: 5 s ou 10 s, selon ce qui est spécifié dans la spécification particulière.
- b) Pour les condensateurs décrits dans la spécification particulière comme non conçus pour l'utilisation sur cartes imprimées s'applique:
 - 1) l'essai Tb, méthode 1B de la CEI 60068-2-20, avec:
 - température du bain d'alliage: $350\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - profondeur d'immersion à partir du corps du composant $3,5\text{ }^0_{-0,5}\text{ mm}$;
 - temps d'immersion: $3,5\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$. Tout le processus d'immersion, immersion dans le bain et retrait du bain, ne doit pas durer plus de 5 s ni moins de 3,5 s; ou
 - 2) l'essai Tb, méthode 2: Fer à souder, de la CEI 60068-2-20, avec:
 - température du fer à souder: $350\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - temps d'application du fer: $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$.

La forme du fer et le point d'application doivent être spécifiés dans la spécification particulière.

- c) Les condensateurs chipes pour montage en surface doivent être soumis à l'essai Td de la CEI 60068-2-58. La spécification applicable doit prescrire la sévérité et l'attitude à utiliser pour l'essai de résistance à la chaleur de brasage en tenant compte de la classification de la surface de montage (voir la CEI 61760-1).

4.14.3 La durée de reprise ne doit pas être, sauf spécification contraire dans la spécification particulière, inférieure à 1 h ni supérieure à 2 h, à l'exception des condensateurs chipes pour montage en surface pour lesquels la durée de la reprise doit être $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$.

4.13.5 Visual examination

After each of these tests, the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

4.14 Resistance to soldering heat

4.14.1 When prescribed by the relevant specification the capacitors shall be dried using the method of 4.3.

The capacitors shall be measured as prescribed in the relevant specification.

4.14.2 Unless otherwise stated in the relevant specification, one of the following tests as set out in the same specification shall be applied.

- a) For all capacitors except those of items b) and c) below, apply method 1A of test Tb of IEC 60068-2-20, with:
- temperature of the solder bath: $260\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
 - depth of immersion from the seating plane $2,0_{-0,5}^0\text{ mm}$, using a thermal insulating screen of $1,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ thickness;
 - immersion time: 5 s or 10 s, as specified in the detail specification.
- b) For capacitors not designed for use in printed boards as indicated by the detail specification apply:
- 1) method 1B of test Tb of IEC 60068-2-20, with:
 - temperature of the solder bath: $350\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$;
 - depth of immersion from the component body: $3,5_{-0,5}^0\text{ mm}$;
 - immersion time: $3,5\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$. The whole process of immersion, dwell in the bath and withdrawal shall be completed in not more than 5 s nor less than 3,5 s; or
 - 2) method 2: Soldering iron of test Tb of IEC 60068-2-20, with:
 - temperature of the soldering iron: 350 °C ;
 - soldering time: $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$.

The size of the soldering iron and the point of application shall be specified in the detail specification.

- c) For surface mount capacitors apply test Td of IEC 60068-2-58. The relevant specification shall prescribe the severity and attitude to be used for the resistance to soldering heat test consistent with the surface mounting classification (see IEC 61760-1).

4.14.3 The period of recovery shall, unless otherwise specified by the detail specification, be not less than 1 h nor more than 2 h, except for surface mount capacitors, for which the period of recovery shall be $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$.

4.14.4 Pour tous les condensateurs, à l'exception des condensateurs pour montage en surface, ce qui suit s'applique:

- lorsque l'essai a été effectué, les condensateurs doivent être soumis à l'examen visuel;
- il ne doit pas y avoir de dommage visible et le marquage doit être lisible;
- les condensateurs doivent alors être mesurés comme prescrit dans la spécification applicable.

4.14.5 Les condensateurs pour montage en surface doivent être soumis à l'examen visuel et mesurés, et doivent satisfaire aux exigences comme prescrit dans la spécification applicable.

4.15 Brasabilité

NOTE – Non applicable pour les sorties décrites comme non conçues pour la soudure par la spécification particulière.

La spécification applicable doit prescrire si le vieillissement doit être appliqué. Si le vieillissement accéléré est requis, l'une des procédures de vieillissement données dans la CEI 60068-2-20 ou une période de 4 h de chaleur sèche à 155 °C (autres conditions d'essai comme dans l'essai Ta de la CEI 60068-2-20) doit être appliquée.

Sauf spécification contraire dans la spécification applicable, l'essai doit être effectué avec un flux non activé.

4.15.1 Condensateurs avec fils

Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Ta de la CEI 60068-2-20. La spécification particulière doit prescrire soit la méthode 1: bain d'alliage, soit la méthode 2: fer à souder, soit la méthode 3: goutte d'alliage.

Lorsque la méthode du bain d'alliage (méthode 1) est spécifiée, les modalités suivantes sont appliquées:

4.15.1.1 Conditions de l'essai

Température du bain: $235\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$

Temps d'immersion: $2,0\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$

Profondeur d'immersion (à partir du plan d'appui ou du corps du condensateur):

a) tous condensateurs exceptés ceux relevant de l'alinéa b) ci-après:

$2,0\text{ mm}$ en utilisant un écran isolant du point de vue thermique de $1,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ d'épaisseur;

b) condensateurs décrits dans la spécification particulière comme non conçus pour l'utilisation sur cartes imprimées: $3,5\text{ mm}$.

4.15.1.2 Les sorties doivent être examinées en ce qui concerne la qualité de l'étamage, mise en évidence par l'écoulement libre de l'alliage avec un mouillage convenable des sorties.

4.15.1.3 Lorsque la méthode du bain d'alliage n'est pas applicable, la spécification particulière doit indiquer la méthode à appliquer ainsi que les conditions d'essai et les exigences correspondantes.

NOTE – Lorsque la méthode de la goutte d'alliage est utilisée, les exigences doivent comprendre le temps de soudage.

4.14.4 For all capacitors, except surface mount capacitors, the following shall apply:

- when the test has been carried out the capacitors shall be visually examined;
- there shall be no visible damage and the marking shall be legible;
- the capacitors shall then be measured as prescribed in the relevant specification.

4.14.5 Surface mount capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements as prescribed in the relevant specification.

4.15 Solderability

NOTE – Not applicable to those terminations which the detail specification describes as not designed for soldering.

The relevant specification shall prescribe whether ageing is to be applied. If accelerated ageing is required, one of the ageing procedures given in IEC 60068-2-20 or a 4 h dry heat test at 155 °C (other test conditions as in test Ta of IEC 60068-2-20) shall be applied.

Unless otherwise stated in the relevant specification, the test shall be carried out with non-activated flux.

4.15.1 Capacitors with leads

Capacitors shall be subjected to test Ta of IEC 60068-2-20 either using the solder bath method (method 1), or the soldering iron method (method 2), or the solder globule method (method 3) as prescribed by the detail specification.

When the solder bath method (method 1) is specified, the following requirements apply:

4.15.1.1 Test conditions

Bath temperature: $235\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$

Immersion time: $2,0\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$

Depth of immersion (from the seating plane or component body):

a) all capacitors except those of b) below

$2,0\text{ }_{-0,5}^0\text{ mm}$, using a thermal insulating screen of $1,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ thickness;

b) capacitors indicated by the detail specification as being not designed for use on printed boards: $3,5\text{ }_{-0,5}^0\text{ mm}$.

4.15.1.2 The terminations shall be examined for good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations.

4.15.1.3 When the solder bath method is not applicable, the relevant specification shall define both the method, test conditions and the requirements.

NOTE – When the solder globule method is used, the requirement shall include the soldering time.

4.15.2 Condensateurs pour montage en surface

Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Td de la CEI 60068-2-58. La spécification particulière doit prescrire la sévérité et l'attitude à utiliser pour le mouillage, le retrait de mouillage ou la résistance à la dissolution de la métallisation en tenant compte de la classification de la surface de montage (voir la CEI 61760-1).

La spécification particulière doit aussi indiquer les zones spécifiques du spécimen à examiner après mouillage.

4.15.2.1 Examen, mesures et exigences finals

Les condensateurs pour montage en surface doivent répondre aux exigences spécifiées dans la spécification particulière.

4.16 Variations rapides de température

4.16.1 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.16.2 Les condensateurs doivent être soumis aux conditions de l'essai Na de la CEI 60068-2-14, en utilisant le degré de sévérité prescrit dans la spécification applicable.

4.16.3 Après reprise les condensateurs doivent être examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent alors être effectuées.

4.17 Vibrations

4.17.1 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.17.2 Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Fc de la CEI 60068-2-6 en utilisant la méthode de montage et le degré de sévérité prescrits dans la spécification applicable.

4.17.3 Lorsque cela est prescrit dans la spécification particulière, il doit être procédé au cours des 30 dernières minutes de l'essai et pour chacune des directions, à une mesure électrique pour déceler les contacts intermittents, les coupures du circuit et les courts-circuits.

La méthode de mesure doit être prescrite dans la spécification particulière.

La durée de la mesure doit être égale à celle d'un balayage d'une extrémité à l'autre de la gamme de fréquences.

4.17.4 Après l'essai, les condensateurs doivent être examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible. Si des condensateurs sont essayés comme spécifié au 4.17.3, les exigences doivent être indiquées dans la spécification particulière.

4.17.5 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent alors être effectuées.

4.18 Secousses

4.18.1 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.15.2 Surface mount capacitors

Capacitors shall be tested in accordance with test Td of IEC 60068-2-58. The relevant specification shall prescribe the severity and attitude to be used for wetting, dewetting or resistance to dissolution or metallization consistent with the surface mounting classification (see IEC 61760-1).

The detail specification shall also indicate the specific areas of the specimen to be examined after wetting.

4.15.2.1 Final inspection, measurements and requirements

The surface mount capacitors shall meet the requirements as prescribed in the relevant specification.

4.16 Rapid change of temperature

4.16.1 The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.16.2 The capacitors shall be subjected to test Na of IEC 60068-2-14, using the degree of severity as prescribed in the relevant specification.

4.16.3 After recovery, the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made.

4.17 Vibration

4.17.1 The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.17.2 The capacitors shall be subjected to test Fc of IEC 60068-2-6, using the mounting method and the degree of severity prescribed in the relevant specification.

4.17.3 When specified in the detail specification, during the last 30 min of the vibration test an electrical measurement shall be made in each direction of movement to check intermittent contacts, or open- or short-circuits.

The method of measurement shall be prescribed in the detail specification.

The duration of the measurement shall be the time needed for one sweep of the frequency range from one frequency extreme to the other.

4.17.4 After the test the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage. When capacitors are tested as specified in 4.17.3, the requirements shall be stated in the detail specification.

4.17.5 The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made.

4.18 Bump

4.18.1 The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.18.2 Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Eb de la CEI 60068-2-29 en utilisant la méthode de montage et le degré de sévérité prescrits dans la spécification applicable.

4.18.3 Après l'essai les condensateurs doivent être examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être alors effectuées.

4.19 Chocs

4.19.1 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.19.2 Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Ea de la CEI 60068-2-27 en utilisant la méthode de montage et le degré de sévérité prescrits dans la spécification applicable.

4.19.3 Après l'essai les condensateurs doivent être examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent alors être effectuées.

4.20 Etanchéité des boîtiers

Les condensateurs doivent être soumis aux conditions d'essai de la méthode appropriée de l'essai Q de la CEI 60068-2-17 prescrit dans la spécification applicable.

4.21 Séquence climatique

Au cours de la séquence climatique, un intervalle ne dépassant pas trois jours est admis entre deux essais, excepté entre le premier cycle de l'essai cyclique de chaleur humide et l'essai de froid, ce dernier devant suivre immédiatement la période de reprise spécifiée pour le premier cycle de l'essai cyclique de chaleur humide, essai Db de la CEI 60068-2-30.

4.21.1 Mesures initiales

Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.21.2 Chaleur sèche

Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Ba de la CEI 60068-2-2 pendant 16 h en utilisant le degré de sévérité de la température maximale de catégorie prescrite dans la spécification particulière.

Les condensateurs étant encore à la température spécifiée et à la fin du séjour à haute température, les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

A la fin de l'épreuve spécifiée, les condensateurs doivent être retirés de la chambre d'essai et soumis pendant au moins 4 h aux conditions atmosphériques normales d'essai.

4.21.3 Essai cyclique de chaleur humide, essai Db, premier cycle

Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Db de la CEI 60068-2-30 pendant un cycle de 24 h en utilisant la sévérité b (température égale à 55 °C).

La variante 2 doit être utilisée sauf indication contraire de la spécification applicable.

Après reprise, les condensateurs doivent être soumis immédiatement à l'essai de froid.

4.18.2 The capacitors shall be subjected to test Eb of IEC 60068-2-29 using the mounting method and the degree of severity prescribed in the relevant specification.

4.18.3 After the test, the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made.

4.19 Shock

4.19.1 The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.19.2 The capacitors shall be subjected to test Ea of IEC 60068-2-27 using the mounting method and the severity prescribed in the relevant specification.

4.19.3 After the test the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made.

4.20 Container sealing

The capacitors shall be subjected to the procedure of the appropriate method of test Q of IEC 60068-2-17 as prescribed in the relevant specification.

4.21 Climatic sequence

In the climatic sequence, an interval of a maximum of three days is permitted between any of the tests, except that the cold test shall be applied immediately after the recovery period for the first cycle of the damp heat, cyclic, test Db of IEC 60068-2-30.

4.21.1 Initial measurements

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.21.2 Dry heat

The capacitors shall be subjected to test Ba of IEC 60068-2-2 for 16 h, using the degree of severity of the upper category temperature, as prescribed in the detail specification.

While still at the specified high temperature and at the end of the period of high temperature, the measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

After the specified conditioning, the capacitors shall be removed from the chamber and exposed to standard atmospheric conditions for testing for not less than 4 h.

4.21.3 Damp heat, cyclic, test Db, first cycle

The capacitors shall be subjected to test Db of IEC 60068-2-30 for one cycle of 24 h, using a temperature of 55 °C (severity b).

Unless otherwise specified in the relevant specification, variant 2 shall be used.

After recovery the capacitors shall be subjected immediately to the cold test.

4.21.4 Froid

Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Aa de la CEI 60068-2-1 pendant 2 h en utilisant le degré de sévérité de la température minimale de catégorie prescrite dans la spécification applicable.

Les condensateurs étant encore à la température spécifiée et à la fin du séjour à basse température, les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

A la fin de l'épreuve spécifiée, les condensateurs doivent être retirés de la chambre d'essai et soumis pendant au moins 4 h aux conditions atmosphériques normales d'essai.

4.21.5 Basse pression atmosphérique

Les condensateurs doivent être soumis à l'essai M de la CEI 60068-2-13 en utilisant le degré de sévérité approprié prescrit dans la spécification applicable. Sauf prescription contraire dans la spécification applicable, la durée de l'essai doit être de 10 min.

La spécification applicable doit prescrire:

- a) la durée de l'essai, si différente de 10 min;
- b) la température;
- c) la degré de sévérité.

Les condensateurs étant à la pression spécifiée, la tension nominale doit leur être appliquée pendant la dernière minute de la période d'essai, sauf prescription contraire dans la spécification applicable.

Durant et après l'essai, il ne doit pas y avoir de signe de claquage permanent, contournement, déformation nuisible du boîtier ou fuite de l'impregnant.

4.21.6 Essai cyclique de chaleur humide, essai Db, cycles restants

Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Db de la CEI 60068-2-30, pendant le nombre de cycles de 24 h indiqué dans le tableau 6, dans les mêmes conditions que le premier cycle:

Tableau 6 – Nombre de cycles

Catégories	Nombre de cycles
-I-/56	5
-I-/21	1
-I-/10	1
-I-/04	Aucun

4.21.7 Mesures finales

Après la reprise spécifiée, les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.22 Essai continu de chaleur humide

4.22.1 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.21.4 Cold

The capacitors shall be subjected to test Aa of IEC 60068-2-1 for 2 h, using the degree of severity of the lower category temperature, as prescribed in the relevant specification.

While still at specified low temperature and at the end of the period of low temperature, the measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

After the specified conditioning, the capacitors shall be removed from the chamber and exposed to standard atmospheric conditions for testing for not less than 4 h.

4.21.5 Low air pressure

The capacitors shall be subjected to test M of IEC 60068-2-13 using the appropriate degree of severity prescribed in the relevant specification. The duration of the test shall be 10 min, unless otherwise stated in the relevant specification.

The relevant specification shall prescribe:

- a) duration of test; if other than 10 min;
- b) temperature;
- c) degree of severity.

While at the specified low pressure, the rated voltage shall be applied for the last 1 min of the test period, unless otherwise prescribed in the relevant specification.

During and after the test, there shall be no evidence of permanent breakdown, flashover, harmful deformation of the case, or seepage of impregnant.

4.21.6 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles

The capacitors shall be subjected to test Db of IEC 60068-2-30 for the following number of cycles of 24 h as indicated in table 6, under the same conditions as used for the first cycle:

Table 6 – Number of cycles

Categories	Number of cycles
-I-/56	5
-I-/21	1
-I-/10	1
-I-/04	None

4.21.7 Final measurements

After the prescribed recovery, the measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.22 Damp heat, steady state

4.22.1 The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.22.2 Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Ca de la CEI 60068-2-3 en utilisant le degré de sévérité correspondant à leur catégorie climatique, indiquée dans la spécification particulière.

Lorsque cela est spécifié dans la spécification particulière-cadre, la spécification particulière peut spécifier l'application d'une tension de polarisation pendant toute la durée de l'essai continu de chaleur humide. A l'exception des condensateurs électrolytiques, moins de 15 min après le retrait de la chambre d'essai, les condensateurs doivent être soumis à l'essai de tension de tenue du 4.6, essai A seulement, en utilisant comme tension d'essai la tension nominale, sauf prescription contraire dans la spécification particulière.

4.22.3 Après reprise, les condensateurs doivent être examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible. Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent alors être effectuées.

4.23 Endurance

4.23.1 Mesures initiales

Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.23.2 Les condensateurs doivent être soumis aux essais suivants de la CEI 60068-2-2:

- a) essais en courant continu: essai Ba;
- b) essais en courant alternatif: essai Ba ou Bc selon leur applicabilité;
- c) essais en impulsions: essai Ba ou Bc selon applicabilité.

Les spécimens en essai peuvent être introduits dans le four à toute température comprise entre la température ambiante de la pièce et la température spécifiée pour le four, mais la tension ne doit être appliquée au condensateur que lorsqu'il a atteint la température du four.

4.23.3 La spécification applicable doit prescrire:

- a) la durée de l'essai (par exemple heures ou nombre d'impulsions);
- b) la température de l'essai (par exemple température ambiante ou température nominale ou température maximale de catégorie);
- c) la tension ou le courant à appliquer (voir aussi 4.23.4).

Lorsque les condensateurs ont à satisfaire à des exigences complémentaires pour la protection contre les dangers de choc électrique, les conditions d'essai complémentaires pour l'essai d'endurance (par exemple application d'impulsions de tension) doivent être prescrites dans la spécification applicable.

4.23.4 Sauf spécification contraire dans la spécification applicable, la tension à appliquer pendant l'essai doit être choisie parmi celles qui sont indiquées ci-dessous:

a) Essais en tension continue

L'essai doit être effectué sous une tension liée à la tension nominale continue par un facteur multiplicatif, jusqu'à la température nominale. La température de l'essai et la valeur du facteur multiplicatif doivent être prescrits dans la spécification applicable. Pour les essais à la température maximale de catégorie, le facteur de réduction pour la tension doit être également donné.

4.22.2 The capacitors shall be subjected to test Ca of IEC 60068-2-3, using the degree of severity corresponding to the climatic category of the capacitor as indicated in the detail specification.

When specified in the blank detail specification, the detail specification may specify the application of a polarizing voltage during the whole period of damp heat conditioning. With the exception of electrolytic capacitors, within 15 min after removal from the test chamber, the voltage proof test of 4.6 shall be carried out at test point A only, using the rated voltage, unless otherwise specified in the detail specification.

4.22.3 After recovery, the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage. The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made.

4.23 Endurance

4.23.1 Initial measurements

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.23.2 The tests of IEC 60068-2-2 apply as follows:

- a) d.c. tests – test Ba;
- b) a.c. tests – test Ba or Bc as applicable;
- c) pulse tests – test Ba or Bc as applicable.

The test specimens may be inserted in the oven at any temperature between room ambient temperature and the specified oven temperature, but the voltage shall not be applied to the capacitor before it has reached the oven temperature.

4.23.3 The relevant specification shall prescribe.

- a) duration of the test (e.g. hours or number of pulses);
- b) test temperature (e.g. room, rated or upper category temperature);
- c) voltage or current to be applied (see also 4.23.4).

When capacitors have to meet additional requirements for electric shock hazard protection, additional test conditions for endurance testing (e.g. pulse voltage application) shall be prescribed in the relevant specification.

4.23.4 Unless otherwise specified in the relevant specification, the voltage to be applied during the test shall be selected from the following:

- a) DC tests

The test shall be carried out at a multiplying factor times the rated voltage (d.c.) at temperatures up to the rated temperature. The test temperature and the value of the multiplying factor shall be specified in the relevant specification. For tests at upper category temperature the derating factor for the voltage shall be given as well.

b) Essais en tension alternative sinusoïdale

L'essai doit être effectué à une fréquence comprise entre 50 Hz et 60 Hz, sous une tension liée à la tension nominale en alternatif (voir 2.2.35 a)) par un facteur multiplicatif, jusqu'à la température nominale ou jusqu'à la température maximale de catégorie avec un facteur de réduction pour la tension. La température de l'essai et la valeur du facteur multiplicatif ou du facteur de réduction, pour la tension, doivent être prescrits dans la spécification applicable.

c) Essais en courant alternatif sinusoïdal

Cet essai doit être effectué avec un courant appliqué conformément à 2.2.35 b). La température de l'essai, la valeur du courant et sa fréquence doivent être prescrites dans la spécification applicable.

NOTE 1 – Par commodité l'essai peut être effectué avec une tension de fréquence spécifiée appliquée à un groupe de condensateurs en parallèle ou en série-parallèle.

d) Essais en courant alternatif sinusoïdal (puissance réactive)

Cet essai doit être effectué avec une puissance réactive conformément à 2.2.35 c). La température de l'essai, la valeur de la puissance réactive et la fréquence doivent être prescrites dans la spécification applicable.

NOTE 2 – Par commodité, l'essai peut être effectué avec une tension de fréquence spécifiée appliquée à un groupe de condensateurs en parallèle ou en série-parallèle.

Un essai de stabilité thermique (voir 4.30) peut remplacer cet essai. La spécification particulière doit prescrire l'essai à effectuer.

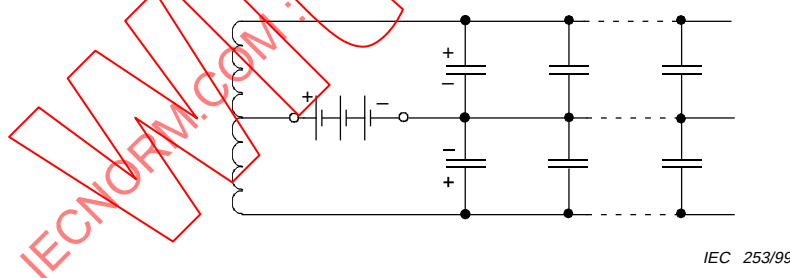
e) Essais en impulsions

Cet essai doit être effectué avec des impulsions appliquées conformément à 2.2.36 comme spécifié dans la spécification applicable. Un guide pour la conduite des essais en impulsions est donné à l'annexe E.

f) Essais en courant alternatif ou en impulsions avec courant continu superposé

Les essais b) à e) peuvent être effectués avec un courant continu superposé comme exigé par la spécification applicable (voir aussi 2.2.20).

Le schéma de la figure 10 est un exemple de circuit convenant aux condensateurs électrolytiques:



IEC 253/99

Figure 10 – Circuit d'essai pour les condensateurs électrolytiques

4.23.5 Les condensateurs doivent être placés dans la chambre d'essai de telle manière qu'aucun condensateur ne se trouve éloigné d'un autre condensateur de moins de

- a) 25 mm pour les condensateurs dissipant de la chaleur;
- b) 5 mm pour les condensateurs ne dissipant pas de chaleur.

4.23.6 Après la période spécifiée, on doit laisser les condensateurs refroidir dans les conditions atmosphériques normales d'essai, et lorsque la spécification applicable le prescrit, un temps de reprise doit être prévu.

b) AC tests (sinusoidal voltage)

The test shall be made at 50 Hz to 60 Hz and at a multiplying factor times the rated voltage (a.c.) (see 2.2.35 a)) at temperatures up to the rated temperature, or at the upper category temperature with a derating factor for the voltage. The test temperature and the value of the multiplying factor/derating factor for the voltage shall be specified in the relevant specification.

c) AC tests (sinusoidal current)

This test shall be made with a current applied in accordance with 2.2.35 b). The test temperature, the value of current and frequency shall be specified in the relevant specification.

NOTE 1 – To facilitate testing, the test may be made with a voltage of specified frequency applied to a group of capacitors in parallel or in series/parallel.

d) Sinusoidal a.c. tests (reactive power)

This test shall be made with reactive power in accordance with 2.2.35 c). The test temperature, the value of the reactive power, and the frequency shall be specified in the relevant specification.

NOTE 2 – To facilitate testing, the test may be made with a voltage of specified frequency applied to a group of capacitors in parallel or in series/parallel.

A thermal stability test (see 4.30) may constitute an alternative to this test. The test to be carried out shall be specified in the detail specification.

e) Pulse tests

This test shall be made with pulses applied in accordance with 2.2.36 and as specified in the relevant specification. Guidance for pulse tests is given in annex E.

f) Sinusoidal a.c. or pulse tests with superimposed d.c.

Tests b) to e) may be carried out with superimposed d.c. as required by the relevant specification (see also 2.2.20).

An example of a test circuit suitable for electrolytic capacitors is given in figure 10:

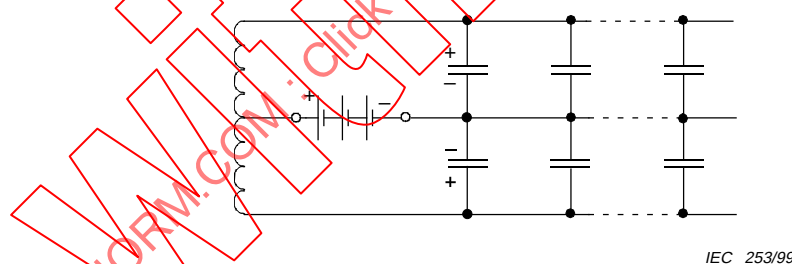


Figure 10 – Test circuit for electrolytic capacitors

4.23.5 The capacitors shall be placed in the test chamber in such a manner that:

- a) for heat dissipating capacitors, no capacitor is within 25 mm of any other capacitor;
- b) for non-heat dissipating capacitors, no capacitor is within 5 mm of any other capacitor.

4.23.6 After the specified period, the capacitors shall be allowed to cool to standard atmospheric conditions for testing and where specified in the relevant specification, the capacitors shall be subjected to recovery.

4.23.7 Les condensateurs sont alors examinés visuellement.

4.23.8 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent ensuite être effectuées. Un condensateur doit être considéré comme défectueux lorsqu'il n'a pas satisfait pendant ou à la fin de l'essai aux exigences de la spécification applicable.

4.24 Variation de capacité en fonction de la température

4.24.1 Méthode statique

4.24.1.1 Les mesures de capacité doivent être effectuées dans les conditions prescrites dans la spécification applicable.

4.24.1.2 Le condensateur doit être maintenu successivement à chacune des températures suivantes:

- a) $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- b) température minimale de catégorie $\pm 3\text{ °C}$;
- c) températures intermédiaires, si cela est requis par la spécification particulière;
- d) $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- e) températures intermédiaires, si cela est requis par la spécification particulière;
- f) température maximale de catégorie $\pm 2\text{ °C}$;
- g) $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Si cela est exigé pour un type particulier de condensateur, la spécification applicable doit prescrire s'il faut éviter le choc thermique ou si une vitesse maximale de variation de la température doit être spécifiée.

4.24.1.3 Les mesures de capacité doivent être effectuées à chacune des températures spécifiées ci-dessus, une fois que le condensateur a atteint son équilibre thermique.

L'état d'équilibre thermique est considéré comme atteint lorsque deux mesures de capacité effectuées à un intervalle d'au moins 5 min ne diffèrent pas d'une valeur supérieure à l'erreur pouvant être attribuée à l'appareil de mesure.

La mesure des températures effectives doit être faite avec une précision compatible avec les prescriptions de la spécification particulière.

Il faut prendre soin, au cours des mesures, d'éviter la condensation ou la formation de givre sur la surface des composants.

4.24.1.4 Dans le cas d'essais d'acceptation, la spécification particulière peut prescrire une procédure réduite, par exemple les mesures d), f) et g) de 4.24.1.2 correspondant à la plage des températures comprises entre 20 °C et la température maximale de catégorie.

4.24.2 Méthode dynamique

En variante à la méthode statique de 4.24.1, on peut employer une méthode dynamique utilisant une table traçante. Les condensateurs doivent être soumis à une variation lente de température.

Un dispositif thermosensible doit être incorporé dans un condensateur fictif qui doit être placé de manière telle que la température enregistrée corresponde à la température interne du condensateur en essai. La capacité doit être mesurée en utilisant un pont, ou un comparateur, automatique.

4.23.7 The capacitors shall then be visually examined.

4.23.8 The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made. A capacitor shall be considered to have failed when the requirements of the relevant specification during or at the end of the test are not satisfied.

4.24 Variation of capacitance with temperature

4.24.1 Static method

4.24.1.1 Measurements of capacitance shall be made under the conditions prescribed in the relevant specification.

4.24.1.2 The capacitor shall be maintained at each of the following temperatures in turn:

- a) $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- b) lower category temperature $\pm 3\text{ °C}$;
- c) intermediate temperatures, if required by the detail specification;
- d) $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- e) intermediate temperatures, if required by the detail specification;
- f) upper category temperature $\pm 2\text{ °C}$;
- g) $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

If required for a particular type of capacitor, the relevant specification shall prescribe whether thermal shock is to be avoided or whether a maximum rate of change of temperature shall be specified.

4.24.1.3 Capacitance measurements shall be made at each of the temperatures specified above, after the capacitor has reached thermal stability.

The condition of thermal stability is judged as having been reached when two readings of capacitance taken at an interval of not less than 5 min do not differ by an amount greater than that which can be attributed to the measuring apparatus.

The measurement of the actual temperature shall be made with a precision compatible with the requirements of the detail specification.

Care must be taken during measurements to avoid condensation or frost on the surface of the capacitors.

4.24.1.4 For the lot-by-lot quality conformance testing, the detail specification may prescribe a reduced procedure, for example measurements d), f) and g) (in 4.24.1.2) covering the temperature range from 20 °C to the upper category temperature.

4.24.2 Dynamic method

As an alternative to the static method of 4.24.1, a dynamic plotting method may be employed. The capacitors shall be subjected to a slowly varying temperature.

A temperature-sensing device shall be embedded in a dummy capacitor to be included with the capacitor under test in a manner that will ensure that the measured temperature is the same as that occurring in the capacitor under test. The capacitance shall be measured using a self-balancing bridge or comparator.

La sortie du pont ou du comparateur doit être reliée à l'entrée «Y» de la table traçante.

La sortie du dispositif thermosensible doit être reliée à l'entrée «X» de la table traçante.

On doit faire varier la température assez lentement pour obtenir une courbe régulière et sans boucle aux températures minimale ou maximale de catégorie. On doit faire varier la température successivement de 20 °C à la température minimale de catégorie puis de là jusqu'à la température maximale de catégorie et enfin la faire redescendre à 20 °C. Deux cycles doivent être effectués.

Cette méthode ne peut être utilisée que dans le cas où l'on peut démontrer que ses résultats sont identiques à ceux de la méthode utilisant des températures stabilisées.

En cas de litige la méthode statique doit être utilisée.

4.24.3 Méthodes de calcul

C_0 est la capacité mesurée au point d) du 4.24.1.2;

θ_0 est la température mesurée au point d) du 4.24.1.2;

C_i est la capacité mesurée à la température d'essai, autre qu'aux points a), d) et g) du 4.24.1.2;

θ_i est la température d'essai mesurée.

4.24.3.1 Caractéristique capacité/température

La variation de capacité en fonction de la température doit être calculée pour toutes les valeurs de C_i comme suit:

$$\frac{\Delta C}{C_0} = \frac{C_i - C_0}{C_0}$$

La variation de capacité s'exprime normalement en pourcentage.

4.24.3.2 Coefficient de température de la capacité et dérive de capacité après cycle thermique

a) Coefficient de température de la capacité (α)

Le coefficient de température de la capacité (α) doit être calculé pour toutes les valeurs de C_i comme suit:

$$\alpha_i = \frac{C_i - C_0}{C_0 (\theta_i - \theta_0)} \times 10^{-6}$$

Le coefficient de température s'exprime normalement en millionnièmes par kelvin ($10^{-6}/K$).

The output of the bridge or comparator shall be coupled to the "Y" axis of a plotting table.

The output of the temperature sensing device shall be coupled to the "X" axis of a plotting table.

The temperature shall be varied slowly enough to produce a uniform curve with no loop at the lower or upper category temperature. The temperature shall be varied subsequently from 20 °C to the lower category temperature, then to the upper category temperature and back to 20 °C. Two cycles shall be carried out.

This method may be employed only when it can be demonstrated that the results are the same as for the method employing stabilized temperatures.

In case of dispute, the static method shall be used.

4.24.3 Methods of calculation

C_0 is the capacitance measured at point d) of 4.24.1.2;

θ_0 is the temperature measured at point d) of 4.24.1.2;

C_i is the capacitance measured at the test temperature, other than at points a), d) and g) of 4.24.1.2;

θ_i is the temperature measured on test.

4.24.3.1 Temperature characteristic of capacitance

The variation of capacitance as a function of temperature shall be calculated for all the values of C_i as follows:

$$\frac{\Delta C}{C_0} = \frac{C_i - C_0}{C_0}$$

The variation of capacitance is normally expressed in per cent.

4.24.3.2 Temperature coefficient of capacitance and temperature cyclic drift of capacitance

a) Temperature coefficient of capacitance (α)

Temperature coefficient of capacitance (α) shall be calculated for all the values of C_i as follows:

$$\alpha_i = \frac{C_i - C_0}{C_0 (\theta_i - \theta_0)} \times 10^{-6}$$

The temperature coefficient is normally expressed in parts per million per kelvin ($10^{-6}/K$).

b) Dérive de capacité après cycle thermique

La dérive de capacité après cycle thermique doit être calculée pour les points de mesure a), d) et g) du 4.24.1.2 de la manière suivante:

$$\delta_{da} = \frac{C_0 - C_a}{C_0}$$

$$\delta_{gd} = \frac{C_g - C_0}{C_0}$$

$$\delta_{ga} = \frac{C_g - C_a}{C_0}$$

comme prescrit dans la spécification applicable. La plus grande de ces valeurs est la «dérive de capacité après cycle thermique».

La dérive de capacité s'exprime normalement en pourcentage.

4.25 Stockage

4.25.1 Stockage à haute température

4.25.1.1 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.25.1.2 Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Ba de la CEI 60068-2-2 en utilisant les sévérités suivantes:

- température: température maximale de catégorie;
- durée: 96 h ± 4 h.

4.25.1.3 Après reprise d'au moins 16 h, les condensateurs doivent être mesurés selon les prescriptions de la spécification applicable.

4.25.2 Stockage à basse température

4.25.2.1 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.25.2.2 Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Ab de la CEI 60068-2-1. Les condensateurs sont placés à –40 °C pendant une durée de 4 h après que la stabilité thermique a été atteinte, ou pendant 16 h, selon la plus courte des deux durées.

4.25.2.3 Après reprise d'au moins 16 h, les condensateurs doivent être mesurés selon les prescriptions de la spécification applicable.

4.26 Surtension

4.26.1 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

b) Temperature cyclic drift of capacitance

The temperature cyclic drift of capacitance shall be calculated for the points of measurement of 4.24.1.2 a), d) and g) in the following manner:

$$\delta_{da} = \frac{C_0 - C_a}{C_0}$$

$$\delta_{gd} = \frac{C_g - C_0}{C_0}$$

$$\delta_{ga} = \frac{C_g - C_a}{C_0}$$

as required by the relevant specification. The largest of these values is the "temperature cyclic drift of capacitance".

The capacitance drift is normally expressed in per cent.

4.25 Storage**4.25.1 Storage at high temperature**

4.25.1.1 The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.25.1.2 The capacitors shall be subjected to test Ba of IEC 60068-2-2, using the following severities:

- temperature: upper category temperature.
- duration: 96 h ± 4 h.

4.25.1.3 After recovery for at least 16 h, the measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.25.2 Storage at low temperature

4.25.2.1 The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.25.2.2 The capacitors shall be subjected to test Ab of IEC 60068-2-1. The capacitors shall be stored at –40 °C for either a period of 4 h after thermal stability has been reached, or for 16 h, whichever is the shorter period.

4.25.2.3 After recovery for at least 16 h, the measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.26 Surge

4.26.1 The measurements specified in the relevant specification shall be made.

4.26.2 Des circuits d'essai convenables sont représentés dans les figures 11 et 12.

NOTE – Le circuit utilisant des thyristors a l'avantage d'autoriser des fréquences de répétition élevées et est exempt des troubles occasionnés par des contacts encrassés ou par le rebondissement des contacts.

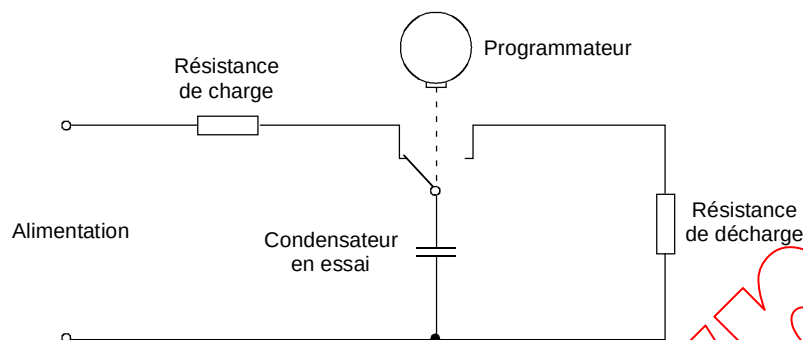


Figure 11 – Circuit à relais

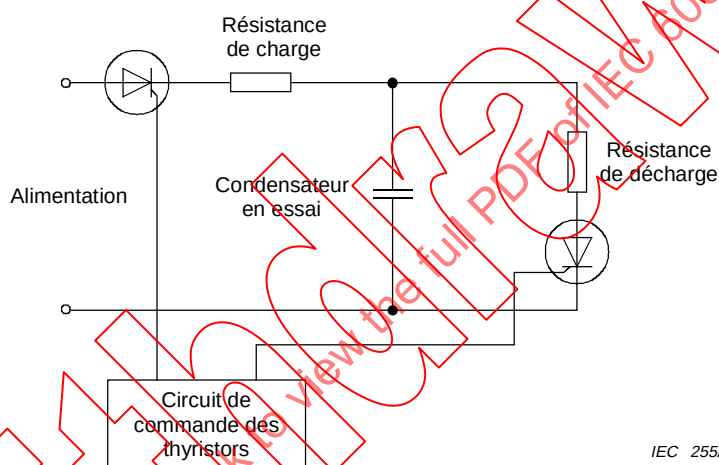


Figure 12 – Circuit à thyristors

La forme d'onde de la tension aux bornes du condensateur en essai doit être approximativement identique à celle qui est représentée dans la figure 13:

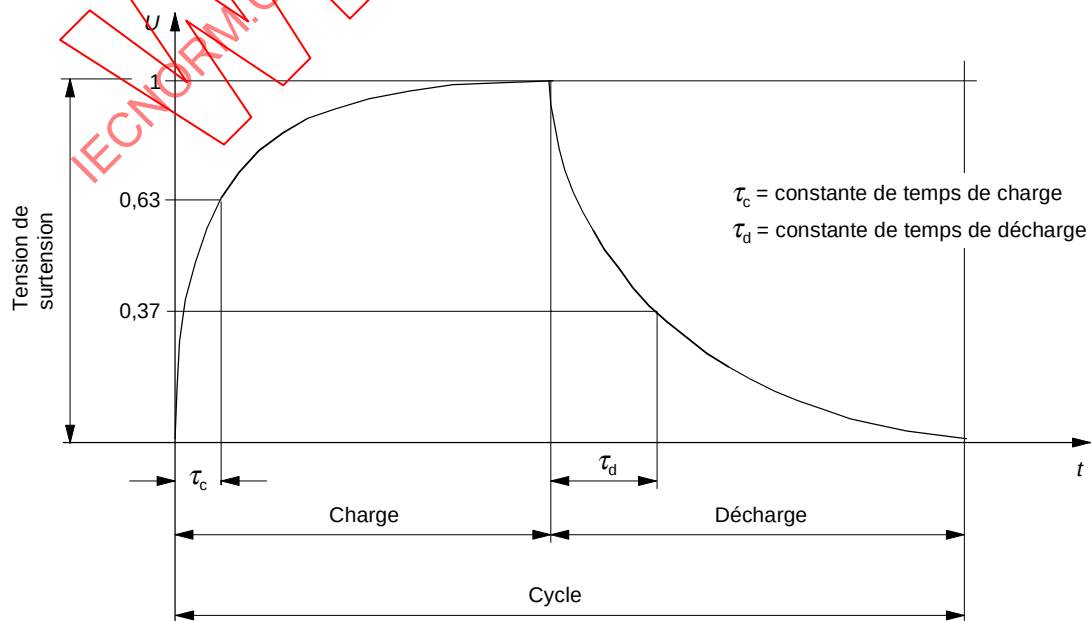


Figure 13 – Forme d'onde de la tension aux bornes du condensateur

4.26.2 Suitable test circuits are shown in figures 11 and 12.

NOTE – The thyristor circuit has the advantage of high repetition rates and is free from troubles associated with dirty contacts and contact bounce.

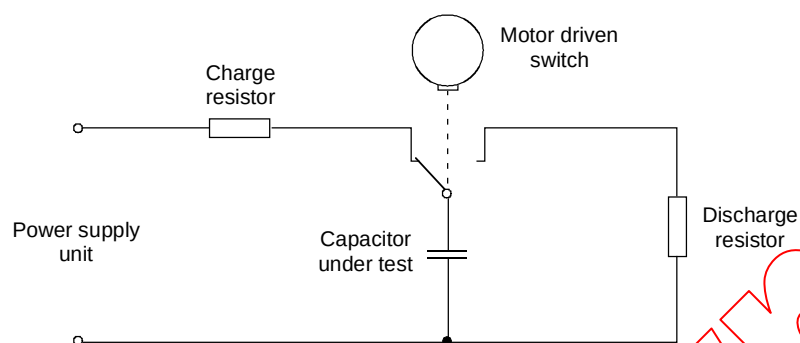


Figure 11 – Relay circuit

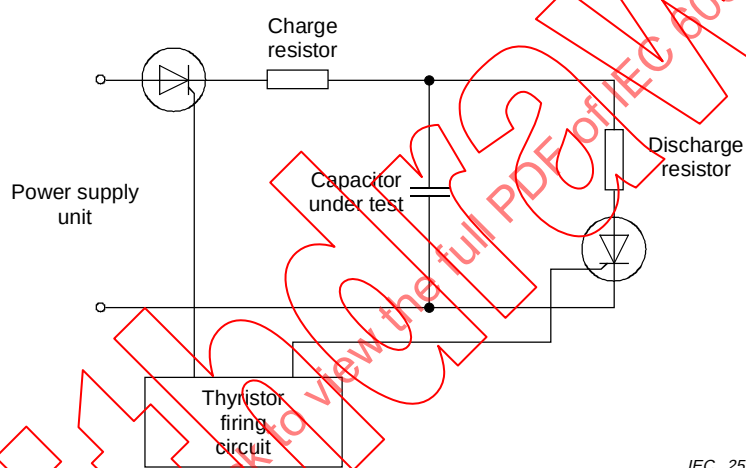


Figure 12 – Thyristor circuit

The voltage waveform across the capacitor under test shall be approximately as shown in figure 13:

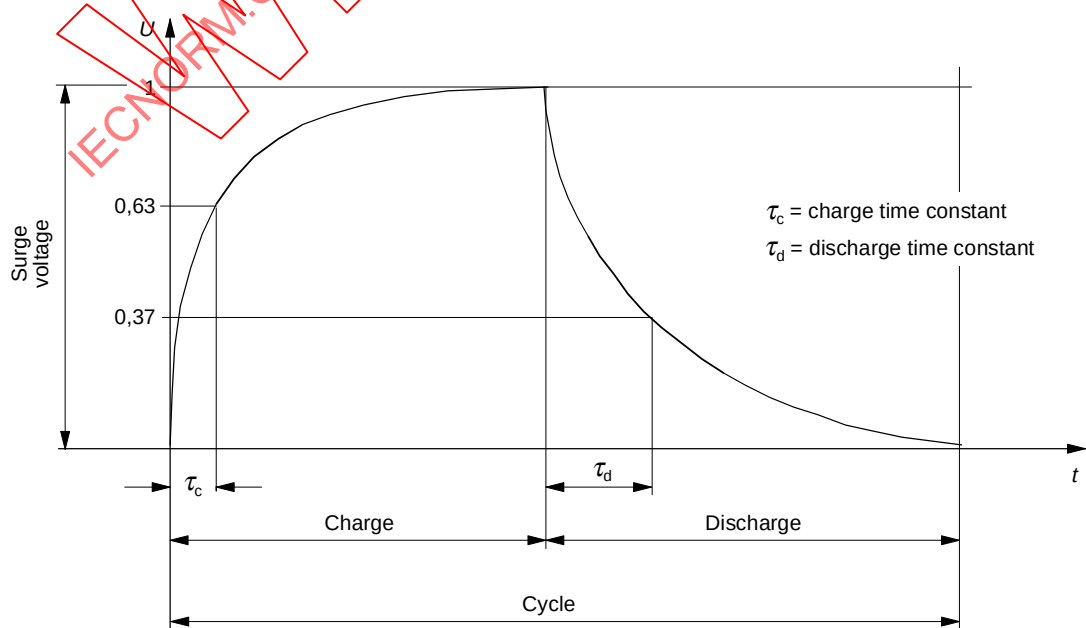


Figure 13 – Voltage waveform across capacitor

4.26.3 Les informations suivantes doivent être données dans la spécification applicable:

- constante de temps à la charge résultant de la résistance interne de l'alimentation, de la résistance du circuit de charge et de la capacité du condensateur en essai;
- constante de temps à la décharge résultant de la résistance du circuit de décharge et de la capacité du condensateur en essai;
- rapport de la tension de choc à la tension nominale ou de catégorie (suivant le cas);
- nombre de cycles de l'essai;
- durée de la période de charge;
- durée de la période de décharge;
- fréquence de répétition (cycles par seconde);
- température de l'essai, si différente des conditions atmosphériques normales d'essai.

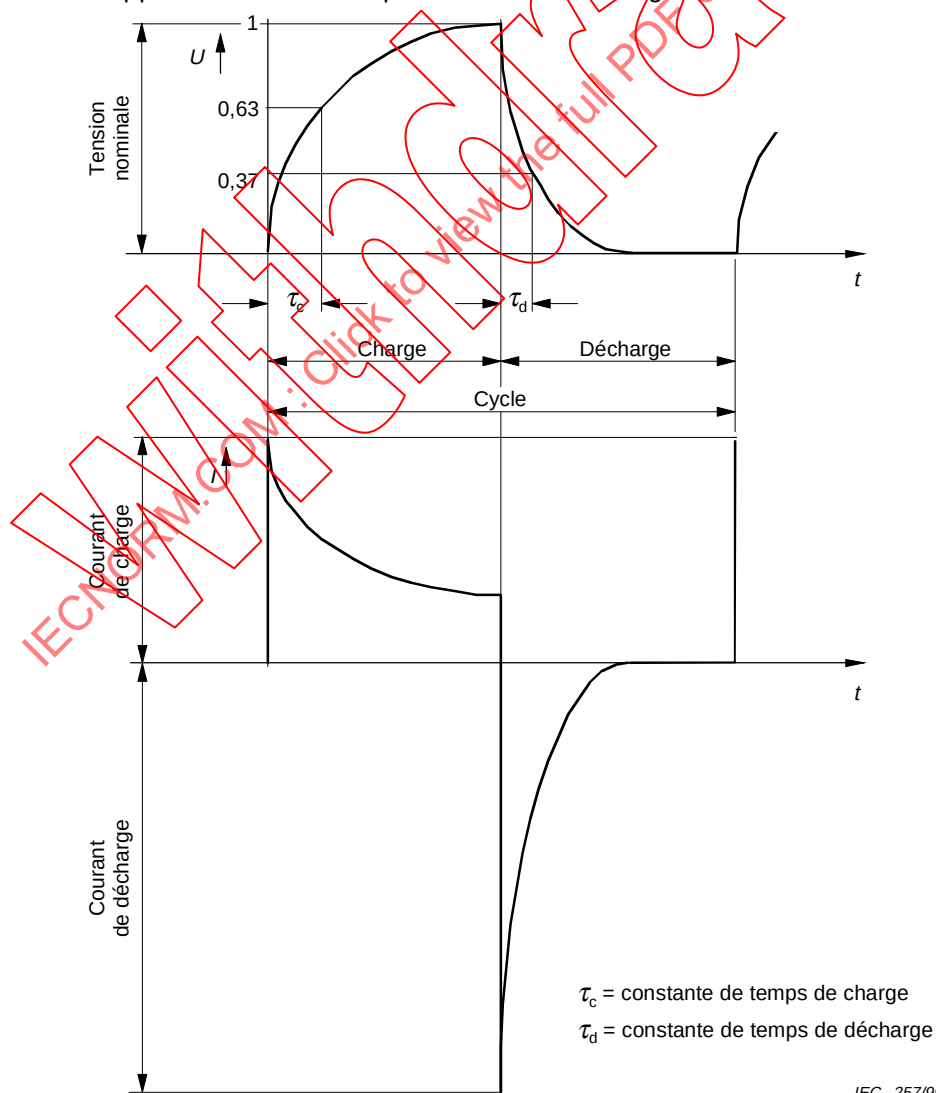
4.26.4 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.27 Essai de charge et décharge et de courant d'appel

4.27.1 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.27.2 Des circuits d'essai convenables sont donnés au 4.26.2, figures 11 et 12.

Les formes d'onde de la tension aux bornes du condensateur en essai et du courant le traversant sont approximativement représentées dans la figure 14:



IEC 257/99

Figure 14 – Forme d'onde de la tension et du courant

4.26.3 The following information shall be given in the relevant specification:

- the charge time constant arising from the internal resistance of the power supply and the resistance of the charge circuit and the capacitance of the capacitor under test;
- the discharge time constant arising from the resistance of the discharge circuit and the capacitor under test;
- the ratio of the surge voltage to rated or category voltage (as appropriate);
- the number of cycles of test;
- the duration of the charge period;
- the duration of the discharge period;
- the repetition rate (cycles per second);
- temperature, if different from standard atmospheric conditions for testing.

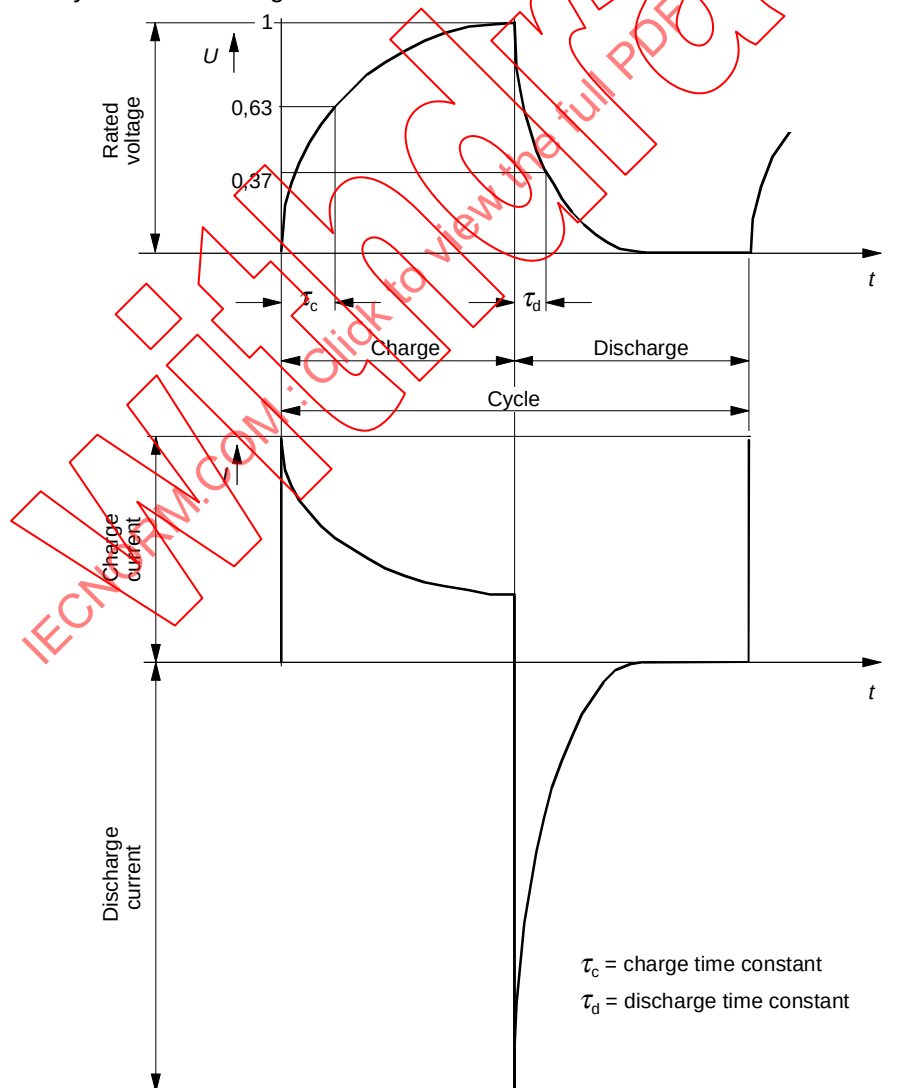
4.26.4 The measurements specified in the relevant specification shall be made.

4.27 Charge and discharge tests and inrush current test

4.27.1 The measurements specified in the relevant specification shall be made.

4.27.2 Suitable test circuits are given in 4.26.2, figures 11 and 12.

The voltage and current waveforms across and through the capacitor under test are approximately as shown in figure 14:



IEC 257/99

Figure 14 – Voltage and current waveform

4.27.3 Charge et décharge

Les informations suivantes doivent être données dans la spécification applicable:

- a) constante de temps à la charge résultant de la résistance interne de l'alimentation, de la résistance du circuit de charge et de la capacité du condensateur en essai;
- b) constante de temps à la décharge résultant de la résistance du circuit de décharge et de la capacité du condensateur en essai;
- c) tension à appliquer pendant la période de charge, si différente de la tension nominale;
- d) nombre de cycles de l'essai;
- e) durée de la période de charge;
- f) durée de la période de décharge;
- g) fréquence de répétition (cycles par seconde);
- h) température de l'essai, si différente des conditions atmosphériques normales d'essai.

4.27.4 Courant d'appel

Les informations suivantes doivent être données dans la spécification applicable:

- a) courant crête de charge;
- b) tension à appliquer pendant la période de charge, si différente de la tension nominale;
- c) nombre de cycles de l'essai;
- d) durée de la période de charge en millisecondes;
- e) durée de la période de décharge;
- f) fréquence de répétition;
- g) température de l'essai, si différente des conditions atmosphériques normales d'essai.

4.27.5 Les mesures prescrites dans la spécification applicable sont effectuées.

4.28 Essai de tenue à la pression interne (pour les condensateurs électrolytiques à l'aluminium)

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, un des essais indiqués ci-dessous doit être effectué afin de vérifier le fonctionnement du dispositif de relâchement de la pression.

4.28.1 Essai en courant alternatif

Tension appliquée: tension alternative de valeur efficace ne dépassant pas 0,7 fois la tension continue nominale.

Fréquence de la tension appliquée: 50 Hz ou 60 Hz.

Résistance série: $R = 0,5$ fois l'impédance du condensateur à la fréquence d'essai.

4.28.2 Essai en courant continu

Tension appliquée: tension continue appliquée en sens inverse, d'amplitude suffisante pour produire un courant de 1 A à 10 A.

4.27.3 Charge and discharge

The following information shall be given in the relevant specification:

- a) the charge time constant arising from the internal resistance of power supply and the resistance of the charge circuit and the capacitance of the capacitor under test;
- b) the discharge time constant arising from the resistance of the discharge circuit and the capacitance of the capacitor under test;
- c) the voltage to be applied during the charge period, if different from the rated voltage;
- d) the number of cycles of test;
- e) the duration of the charge period;
- f) the duration of the discharge period;
- g) the repetition rate (cycles per second);
- h) temperature, if different from standard atmospheric conditions for testing.

4.27.4 Inrush current

The following information shall be given in the relevant specification:

- a) the peak charge current;
- b) the voltage to be applied during the charge period if different from the rated voltage;
- c) the number of cycles of test;
- d) the duration of the charge period in milliseconds;
- e) the duration of the discharge period;
- f) the repetition rate;
- g) the temperature if different from standard atmospheric conditions for testing.

4.27.5 The measurements specified in the relevant specification shall be made.

4.28 Pressure relief (for aluminium electrolytic capacitors)

Unless otherwise specified in the relevant specification, one of the following tests shall be used to test the pressure relief device of the capacitors.

4.28.1 AC test

Applied voltage: alternating voltage with r.m.s. value not exceeding 0,7 times the rated direct voltage.

Frequency of the applied voltage: 50 Hz or 60 Hz.

Series resistor: $R = 0,5$ times the impedance of the capacitor at the test frequency.

4.28.2 DC test

Applied voltage: direct voltage applied in the reverse direction, of an amplitude necessary to produce a current of 1 A to 10 A.

4.28.3 Essai pneumatique

Pression pneumatique appliquée: la pression du gaz introduit de l'extérieur doit être augmentée de façon continue à raison de 20 kPa/s.

4.28.4 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.29 Caractéristiques à hautes et basses températures

Les condensateurs doivent être soumis aux conditions des essais de chaleur sèche et de froid (respectivement 4.21.2 et 4.21.4) avec les modalités détaillées ci-dessous:

4.29.1 Le degré de sévérité pour ces essais doit être le même que pour les essais de chaleur sèche et de froid. Des essais à des températures intermédiaires peuvent être prescrits dans la spécification applicable.

Les mesures doivent être effectuées à chacune des températures spécifiées une fois que le condensateur a atteint son équilibre thermique.

L'état d'équilibre thermique est considéré atteint lorsque deux mesures d'une caractéristique effectuées à un intervalle d'au moins 5 min ne diffèrent pas d'une valeur supérieure à l'erreur pouvant être attribuée à l'appareil de mesure.

4.29.2 Les condensateurs ne doivent pas dépasser les limites prescrites dans la spécification applicable.

4.30 Essai de stabilité thermique

Un essai de stabilité thermique peut remplacer l'essai d'endurance conformément à 4.23.4 d). L'essai à effectuer doit être spécifié dans la spécification particulière.

Le condensateur doit être alimenté sous une puissance liée à la puissance réactive nominale par un facteur multiplicatif spécifié à la température nominale et pendant une période spécifiée dans la spécification applicable.

Une vérification de la stabilité thermique doit être effectuée en mesurant l'élévation de température en fonction du temps pendant la dernière partie de la période spécifiée. L'élévation de température doit rester à l'intérieur de limites spécifiées.

La mesure de l'élévation de température peut être effectuée par thermocouple, thermistance, thermomètre infrarouge, photographie infrarouge, etc. Il convient de prendre soin de s'assurer que l'erreur de mesure ne dépasse pas ± 1 °C et que les erreurs dues à la conduction de chaleur le long des connexions de mesure soient maintenues à un minimum.

La spécification applicable doit spécifier le point où la mesure doit être effectuée et la méthode de montage (voir 36.2 de la CEI 60068-2-2).

4.31 Résistance du composant aux solvants

4.31.1 Mesures initiales

Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.28.3 Pneumatic test

Applied pneumatic pressure: gas pressure introduced from outside shall be increased at a rate of 20 kPa/s continuously.

4.28.4 The measurements specified in the relevant specification shall be made.

4.29 Characteristics at high and low temperature

The capacitors shall be subjected to the procedures of the dry heat and cold test (4.21.2 and 4.21.4 respectively) with the following details:

4.29.1 The degree of severity for these tests shall be the same as for the dry heat and cold tests. Tests at intermediate temperatures may be prescribed by the relevant specification.

Measurements shall be made at each of the specified temperatures after the capacitor has reached thermal stability.

The condition of thermal stability is judged to be reached when two readings of a characteristic, taken in an interval of not less than 5 min, do not differ by an amount greater than that which can be attributed to the measuring apparatus.

4.29.2 The capacitors shall not exceed the limits prescribed in the relevant specification.

4.30 Thermal stability test

A thermal stability test may constitute an alternative to the endurance test in accordance with 4.23.4 d). The test to be carried out shall be specified in the detail specification.

The capacitor shall be loaded with a specified factor times the rated reactive power dissipation at the rated temperature and duration as specified in the relevant specification.

A test for thermal stability shall be made by measuring the temperature rise as a function of time over the last part of the specified duration. The temperature rise shall be within specified limits.

The measurement of the temperature rise may be made by the use of a thermocouple, thermistor, infra-red thermometer, infra-red photography etc. Care should be taken to ensure that the error of measurement does not exceed ± 1 °C and that errors due to heat conduction along measuring connections are kept to a minimum.

The relevant specification shall specify the point at which the measurements shall be made and the method of mounting (see 36.2 of IEC 60068-2-2).

4.31 Component solvent resistance

4.31.1 Initial measurements

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.31.2 Les composants doivent être soumis à l'essai XA de la CEI 60068-2-45, en appliquant les modalités suivantes:

- a) solvant à utiliser: voir 3.1.2 de la CEI 60068-2-45;
- b) température du solvant: $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, sauf prescription contraire dans la spécification particulière;
- c) épreuve: méthode 2, (sans frottement);
- d) temps de reprise: 48 h, sauf prescription contraire dans la spécification particulière.

4.31.3 Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées et les exigences spécifiées doivent être satisfaites.

4.32 Résistance du marquage aux solvants

4.32.1 Les composants doivent être soumis à l'essai XA de la CEI 60068-2-45, en appliquant les modalités suivantes:

- a) solvant à utiliser: voir 3.1.2 de la CEI 60068-2-45;
- b) température du solvant: $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- c) épreuve: méthode 1 (avec frottement);
- d) matériau de frottement: coton hydrophile;
- e) temps de reprise: non applicable, sauf prescription contraire en spécification particulière.

4.32.2 Après l'essai, le marquage doit être lisible.

4.33 Montage (pour les condensateurs pour montage en surface uniquement)

4.33.1 Les condensateurs pour montage en surface doivent être montés sur un substrat approprié, la méthode de montage dépendant de la construction du condensateur. Le matériau du substrat doit être normalement une carte imprimée en tissu de verre époxy de 1,6 mm d'épaisseur (comme défini dans la CEI 60249-2-4 IEC-EP-GC-Cu) ou un substrat d'alumine de 0,635 mm d'épaisseur. Il ne doit pas affecter le résultat des essais ou des mesures. La spécification particulière doit indiquer le matériau à utiliser pour les mesures électriques.

Le substrat doit comporter des zones de report métallisées convenablement espacées pour permettre le montage des condensateurs pour montage en surface et leur raccordement électrique. Les détails doivent être spécifiés dans la spécification particulière.

Des exemples de substrats destinés aux essais électriques et mécaniques sont données respectivement aux figures 15 et 16.

Si une autre méthode de montage est utilisée, il convient qu'elle soit décrite de façon claire en spécification particulière.

4.33.2 Lorsque la spécification particulière prescrit un soudage à la vague, une colle appropriée dont les propriétés peuvent être données dans la spécification particulière, doit être utilisée pour fixer le composant sur le substrat avant le soudage.

Des petits points de colle doivent être appliqués entre les conducteurs du substrat au moyen d'un système approprié assurant des résultats reproductibles.

Les condensateurs pour montage en surface doivent être placés sur les points de colle à l'aide d'une petite pince. Pour s'assurer qu'il n'y a pas de colle sur les conducteurs, les condensateurs pour montage en surface ne doivent plus alors être bougés.

4.31.2 The components shall be subjected to test XA of IEC 60068-2-45, with the following details:

- a) solvent to be used: see 3.1.2 of IEC 60068-2-45;
- b) solvent temperature: $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified in the detail specification;
- c) conditioning: method 2, (without rubbing);
- d) recovery time: 48 h, unless otherwise stated in the detail specification.

4.31.3 The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made and the specified requirements be met.

4.32 Solvent resistance of marking

4.32.1 The components shall be subjected to test XA of IEC 60068-2-45, with the following details:

- a) solvent to be used: see 3.1.2 of IEC 60068-2-45;
- b) solvent temperature: $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) conditioning: method 1 (with rubbing);
- d) rubbing material: cotton wool;
- e) recovery time: not applicable, unless otherwise stated in the detail specification.

4.32.2 After the test the marking shall be legible.

4.33 Mounting (for surface mount capacitors only)

4.33.1 Surface mount capacitors shall be mounted on a suitable substrate, the method of mounting dependent on the capacitor construction. The substrate material shall normally be a 1,6 mm thick epoxide woven glass fabric laminated printed board (as defined in IEC 60249-2-4 IEC-EP-GC-Cu) or an 0,635 mm alumina substrate and shall not affect the result of any test or measurement. The detail specification shall indicate which material is to be used for the electrical measurements.

The substrate shall have metallized land areas of proper spacing to permit mounting of surface mount capacitors and shall provide electrical connection to the surface mount capacitor terminals. The details shall be specified in the detail specification.

Examples of test substrates for mechanical and electrical tests are shown in figures 15 and 16 respectively.

If another method of mounting applies, the method should be clearly described in the detail specification.

4.33.2 When the detail specification specifies wave soldering, a suitable glue, details of which may be specified in the detail specification, shall be used to fasten the component to the substrate before soldering is performed.

Small dots of the glue shall be applied between the conductors of the substrate by means of a suitable device securing repeatable results.

The surface mount capacitors shall be placed on the dots using tweezers. To ensure that no glue is applied to the conductors, the surface mount capacitors shall not be moved about.

Le substrat avec les condensateurs pour montage en surface doit être chauffé dans un four à 100 °C pendant 15 min.

Le substrat doit être soudé à la vague. L'appareil de soudage doit être réglé pour obtenir une température de préchauffage comprise entre 80 °C et 100 °C, une température du bain de soudure de 260 °C $\pm$ 5 °C et un temps de soudage de 5 s $\pm$ 0,5 s.

L'opération de soudage doit être répétée une nouvelle fois (deux cycles au total).

Le substrat doit être nettoyé pendant 3 min dans un solvant approprié (voir 3.1.2 de la CEI 60068-2-45).

4.33.3 Lorsque la spécification particulière prescrit un soudage par fusion, la procédure de montage indiquée ci-dessous doit être appliquée.

- L'alliage utilisé, sous forme de pâte ou de préforme doit être un eutectique Sn/Pb comportant au moins 2 % d'argent avec un flux non activé comme le prescrit la CEI 60068-2-20. D'autres alliages tels que 60/40 ou 63/37 peuvent être utilisés lorsque la constitution des condensateurs chipes comporte une couche barrière.
- Le condensateur chipse doit être ensuite placé sur les zones métallisées du substrat d'essai de sorte qu'il y ait contact entre le condensateur chipse et les zones métallisées.
- Le substrat doit être ensuite placé dans ou sur un système de chauffage approprié (alliage en fusion, plaque chauffante, four à tunnel, etc.). La température du système doit être maintenue entre 215 °C et 260 °C jusqu'à ce que l'alliage fonde en formant une soudure homogène. Le temps ne doit pas être supérieur à 10 s.

NOTE 1 – Il convient d'enlever le flux à l'aide d'un solvant approprié (voir 3.1.2 de la CEI 60068-2-45). Il convient de procéder de façon à éviter toute contamination. Pour manipulation ultérieure, il convient de veiller à maintenir une propreté suffisante dans les chambres d'essai et pendant les mesures après essais.

NOTE 2 – La spécification particulière peut exiger une gamme de température plus restreinte.

NOTE 3 – Si le soudage en phase vapeur est appliqué, la même méthode peut être utilisée avec les températures adaptées.

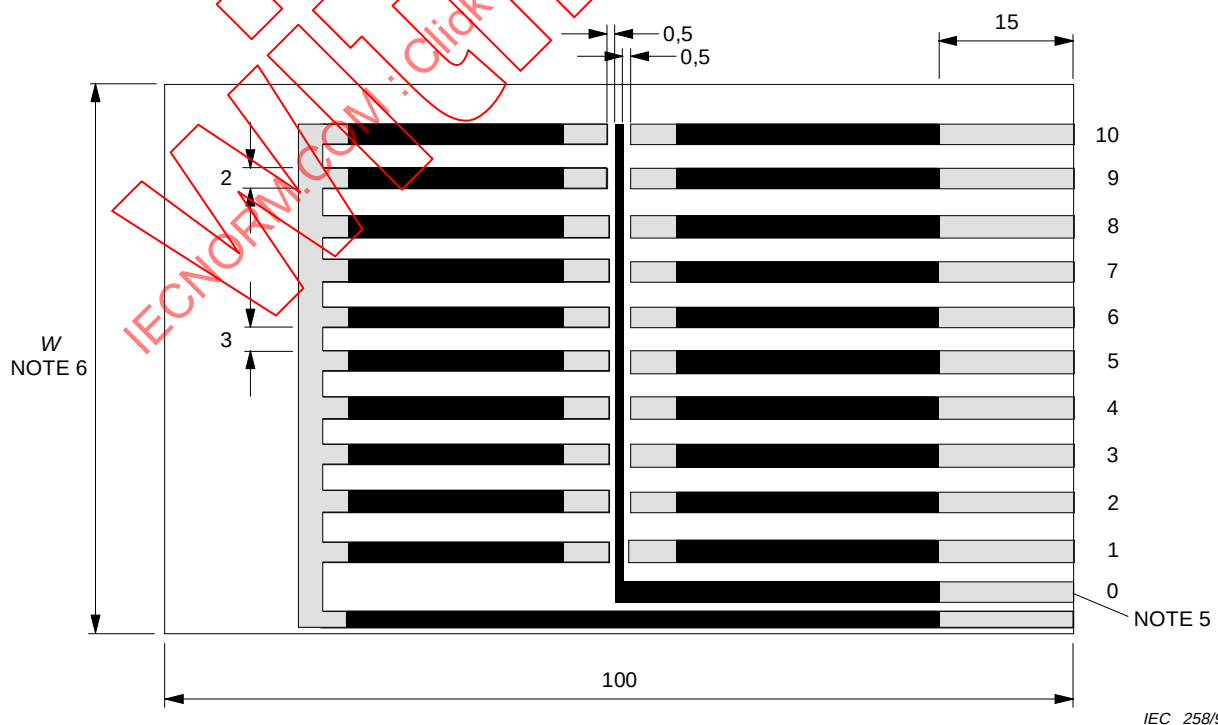


Figure 15 – Substrat approprié pour les essais mécaniques et électriques (peuvent ne pas convenir pour les mesures d'impédance)

The substrate with the surface mount capacitors shall be heat-treated in an oven at 100 °C for 15 min.

The substrate shall be soldered in a wave soldering apparatus. The apparatus shall be adjusted to have a pre-heating temperature of 80 °C to 100 °C, a solder bath at 260 °C $\pm$ 5 °C and a soldering time of 5 s $\pm$ 0,5 s.

The soldering operation shall be repeated once more (two cycles in total).

The substrate shall be cleaned for 3 min in a suitable solvent (see 3.1.2 of IEC 60068-2-45).

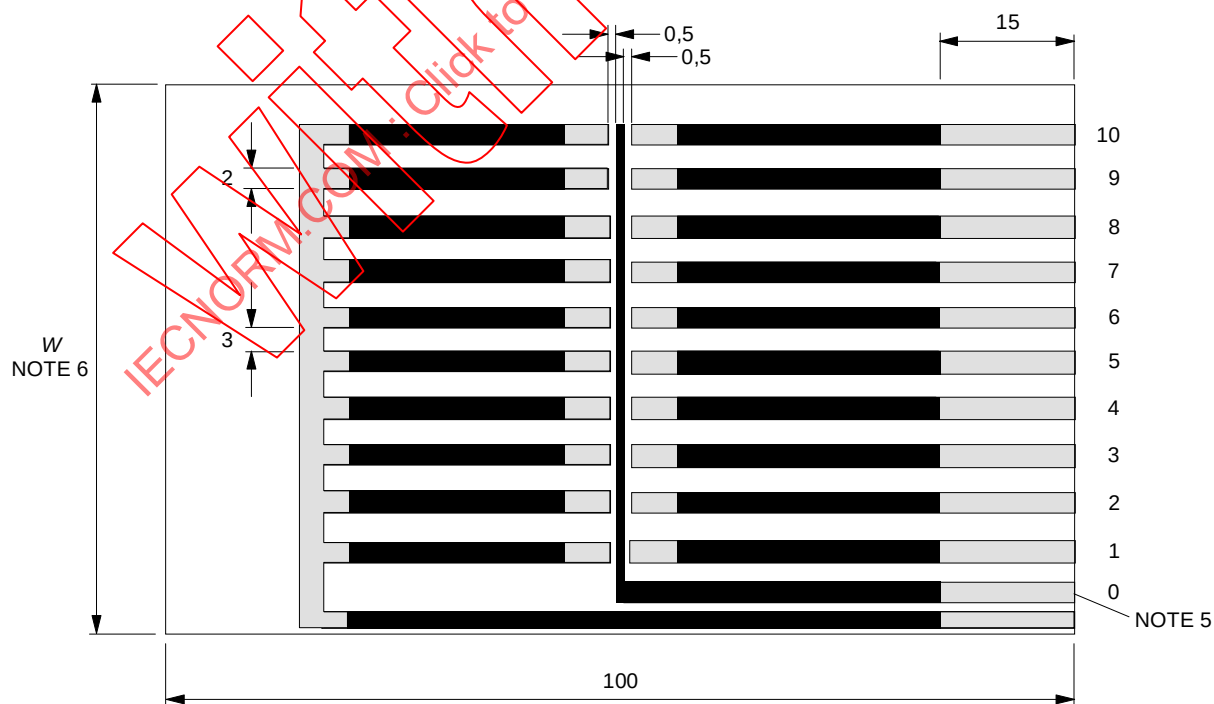
4.33.3 When the detail specification specifies reflow soldering, the following mounting procedure applies.

- The solder used in preform or paste form shall be silver bearing (2 % minimum) eutectic Sn/Pb solder together with a non-activated flux as stated in IEC 60068-2-20. Alternative solders such as 60/40 or 63/37 may be used on chips whose construction includes solder leach barriers.
- The surface mount capacitor shall then be placed across the metallized land areas of the test substrate so as to make contact between surface mount and substrate land areas.
- The substrate shall then be placed in or on a suitable heating system (molten solder, hot plate, tunnel oven etc.). The temperature of the unit shall be maintained between 215 °C and 260 °C, until the solder melts and reflows forming a homogeneous solder bond, but for not longer than 10 s.

NOTE 1 – Flux should be removed by a suitable solvent (see 3.1.2 of IEC 60068-2-45). All subsequent handling should be such as to avoid contamination. Care should be taken to maintain cleanliness in test chambers and during post test measurements.

NOTE 2 – The detail specification may require a more restricted temperature range.

NOTE 3 – If vapour phase soldering is applied the same method may be used with the temperatures adapted.



IEC 258/99

**Figure 15 – Suitable substrate for mechanical tests
(may not be suitable for impedance measurements)**

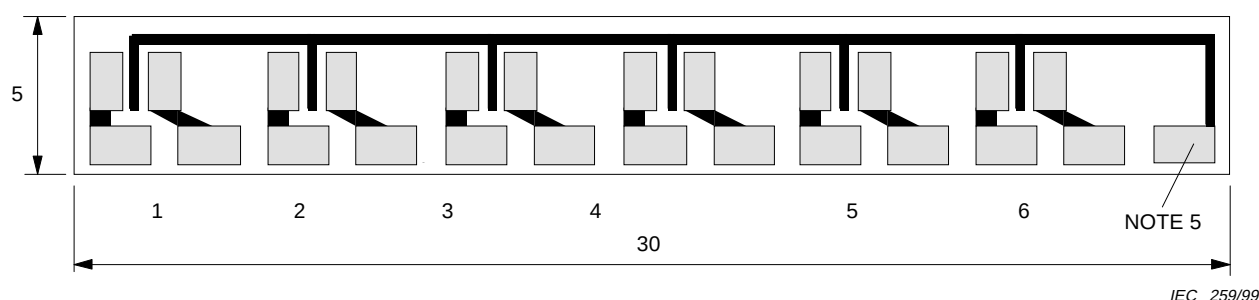


Figure 16 – Substrat approprié pour les essais électriques

Notes relatives aux figures 15 et 16:

NOTE 1 –  Zones soudables

 Ne doit pas être soudable (recouvert d'un vernis non soudable).

NOTE 2 – Toutes les dimensions sont en millimètres. Tolérances: moyennes

NOTE 3 – Matériau: figure 15: tissu de verre époxy
épaisseur: 1,6 mm $\pm$ 0,1 mm
figure 16: substrat en alumine 90 % à 98 %
épaisseur: 0,635 mm $\pm$ 0,05 mm

NOTE 4 – Les dimensions qui ne sont pas données doivent être choisies conformément à la conception et aux dimensions des composants à essayer.

NOTE 5 – Ce conducteur peut être omis ou utilisé comme électrode de garde.

NOTE 6 – La dimension W dépend de la conception de l'appareil d'essai.

4.34 Essai de cisaillement (auparavant adhérence)

4.34.1 Conditions d'essai

Le condensateur chipse doit être monté comme décrit dans la CEI 60068-2-21, essai U.

4.34.2 Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Ue3 de la CEI 60068-2-21, avec la condition suivante:

une force de 5 N doit être appliquée au corps du condensateur de façon progressive, sans choc, et doit être maintenue pendant 10 s $\pm$ 1 s.

4.34.3 Exigences

Les condensateurs chipses, montés sur leur substrat, doivent être examinés visuellement. Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

4.35 Essai de pliage du substrat (robustesse des extrémités métallisées)

4.35.1 Le condensateur chipse doit être monté sur une carte imprimée en tissu de verre époxy, comme décrit en 4.33

4.35.2 La valeur de la capacité du condensateur chipse doit être mesurée comme spécifié en 4.7 et dans la spécification intermédiaire applicable.

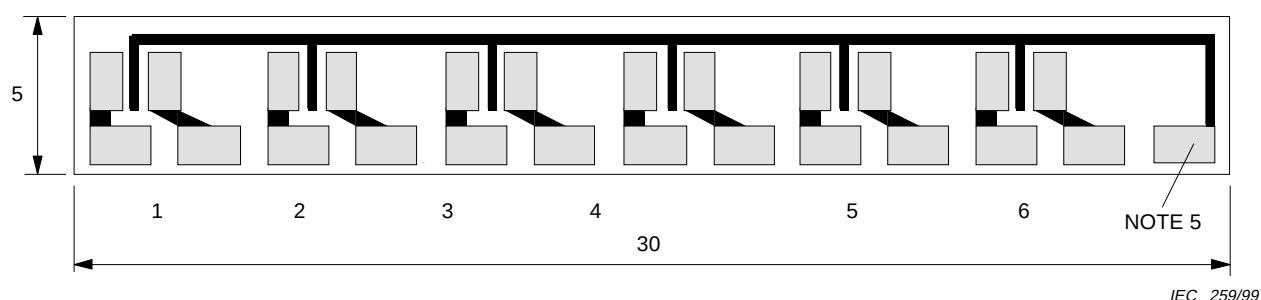


Figure 16 – Suitable substrate for electrical tests

Notes to figures 15 and 16:

NOTE 1 –  Solderable areas
 Shall not be solderable, (covered with non-solderable lacquer).

NOTE 2 – All dimensions are in millimetres. Tolerances: medium.

NOTE 3 – Material: figure 15: epoxide woven glass
 thickness: 1,6 mm $\pm$ 0,1 mm
 figure 16: 90 % to 98 % alumina substrate
 thickness: 0,635 mm $\pm$ 0,05 mm

NOTE 4 – Dimensions not given shall be chosen according to the design and size of the specimens to be tested.

NOTE 5 – This conductor may be omitted or used as a guard electrode.

NOTE 6 – Dimension W is dependent on the design of the test equipment.

4.34 Shear (formerly adhesion) test

4.34.1 Test conditions

The surface mount capacitors shall be mounted as described in IEC 60068-2-21, test U.

4.34.2 The capacitors shall be subjected to Test Ue3 of IEC 60068-2-21 under the following condition:

a force of 5 N shall be applied to the surface mount capacitor body progressively, without shock, and shall be maintained for a period of 10 s $\pm$ 1 s.

4.34.3 Requirements

The surface mount capacitors shall be visually examined in the mounted state. There shall be no visible damage.

4.35 Substrate bending test (formerly bond strength of the end face plating)

4.35.1 The surface mount capacitor shall be mounted on a epoxide woven glass printed board as described in 4.33.

4.35.2 The capacitance of the surface mount capacitor shall be measured as specified in 4.7 and in the relevant sectional specification.

4.35.3 Le condensateur doit être soumis à l'essai U_e de la CEI 60068-2-21 en appliquant les conditions prescrites dans la spécification applicable pour la déflection D et le nombre de pliages.

4.35.4 La valeur de la capacité des condensateurs chipses doit être mesurée comme spécifié au 4.35.2 lorsque la carte imprimée est en position pliée. La variation de capacité ne doit pas dépasser les limites prescrites dans la spécification applicable.

4.35.5 La carte imprimée doit être laissée en position de repos (position non pliée) et ensuite retirée de l'appareil d'essai.

4.35.6 Examen et exigences finals

Les condensateurs chipses doivent être examinés visuellement; il ne doit pas y avoir de dommage visible.

4.36 Absorption diélectrique

4.36.1 Conditions d'essai

Le condensateur en essai doit être placé dans une cage de Faraday pour réduire l'effet des champs électriques.

Pour la mesure de la tension, un électromètre ou un autre instrument approprié ayant une résistance d'entrée minimale de 10 000 M Ω doit être utilisé.

La résistance de toutes les connexions, de tous les interrupteurs, etc. utilisés ne doit pas affecter la résistance d'entrée du système de mesure.

4.36.2 Le condensateur doit ensuite être chargé à la tension nominale continue pendant 60 min $\pm$ 1 min. Le courant impulsionnel initial ne doit pas être supérieur à 50 mA.

A la fin de cette période, le condensateur doit être isolé de l'alimentation et doit être déchargé à travers une résistance de 5 $\Omega \pm 5\%$ pendant 10 s $\pm$ 1 s, sans que le du/dt spécifié soit dépassé.

La résistance de décharge doit être isolée du condensateur à la fin des 10 s de décharge. La tension résiduelle ou regagnée aux bornes du condensateur (tension de reprise) doit être mesurée.

NOTE – La tension de reprise est la tension maximale apparaissant aux bornes du condensateur durant une période de 15 min.

L'absorption diélectrique doit être calculée avec la formule suivante:

$$d = \frac{U_1}{U_2} \times 100 \times \frac{C_X + C_0}{C_X}$$

où

d est le pourcentage d'absorption diélectrique;

U_1 est la tension de reprise;

U_2 est la tension de charge;

C_X est la capacité du condensateur en essai;

C_0 est la capacité d'entrée du système de mesure.