

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed electric double-layer capacitors for use in electronic equipment –
Part 1: Generic specification**

**Condensateurs électriques fixes à double couche utilisés dans les équipements
électroniques –
Partie 1: Spécification générique**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2006 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente. un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed electric double-layer capacitors for use in electronic equipment –
Part 1: Generic specification**

**Condensateurs électriques fixes à double couche utilisés dans les équipements
électroniques –
Partie 1: Spécification générique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.060.10

ISBN 978-2-83220-140-4

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 General.....	6
1.1 Scope.....	6
1.2 Normative references	6
2 Technical data.....	7
2.1 Unit and symbols.....	7
2.2 Terms and definitions	8
2.3 Preferred values.....	11
2.4 Marking	11
3 Quality assessment procedures.....	12
3.1 General.....	12
3.2 Primary stage of manufacture.....	12
3.3 Structurally similar components.....	12
3.4 Declaration of conformity.....	12
3.5 Test schedule and requirement for initial assessment.....	12
4 Tests and measurement procedures.....	12
4.1 General.....	12
4.2 Standard atmospheric conditions.....	12
4.3 Drying	13
4.4 Visual examination and check of dimensions.....	14
4.5 Capacitance	14
4.6 Internal resistance.....	17
4.7 Leakage current.....	19
4.8 Self-discharge.....	20
4.9 Robustness of terminations	20
4.10 Resistance to soldering heat.....	21
4.11 Solderability.....	22
4.12 Rapid change of temperature	23
4.13 Vibration.....	24
4.14 Damp heat, steady state.....	24
4.15 Endurance.....	24
4.16 Storage	25
4.17 Characteristics at high and low temperature	25
4.18 Component solvent resistance.....	26
4.19 Solvent resistance of marking.....	27
4.20 Passive flammability.....	27
4.21 Pressure relief (if applicable).....	28
Annex A (normative) Classification according to capacitance and internal resistance.....	29
Annex B (informative) Measuring method of capacitance and low resistance by low frequency a.c. method (reference)	31

Figure 1 – Circuit for constant current discharge method	14
Figure 2 – Voltage characteristic between capacitor terminals	15
Figure 3 – Circuit for constant resistance charging method	16
Figure 4 – Circuit for a.c. resistance method	17
Figure 5 – Voltage characteristic between capacitor terminals	19
Figure 6 – Self-discharge test diagram	20
Figure A.1 – Conceptual rendering orientated by characteristics in each classification.....	30
Figure B.1 – Capacitance measuring system by low frequency a.c. method	31
Table 1 – Reference test: standard atmospheric conditions	13
Table 2 – Discharge conditions	15
Table 3 – Discharge current.....	18
Table 4 – Tensile force	21
Table 5 – Torque	21
Table 6 – Severities and requirements	28
Table A.1 – Measurement items for electric performance.....	30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIXED ELECTRIC DOUBLE-LAYER CAPACITORS
FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –****Part 1: Generic specification****FOREWORD**

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

International Standard IEC 62391-1 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This bilingual version (2012-06) corresponds to the monolingual English version, published in 2006-04.

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

FDIS	Report on voting
40/1640/FDIS	40/1712/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 French version of this standard has not been voted upon.

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

IEC 62391 consists of the following parts, under the general title *Fixed electric double layer capacitors for use in electronic equipment*

Part 1: Generic specification

Part 2: Sectional specification – Electric double-layer capacitors for power application

The sectional specification mentioned above does have a blank detail specification being a supplementary document, containing requirements for style, layout and minimum content of detail specifications.

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

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

FIXED ELECTRIC DOUBLE-LAYER CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 1: Generic specification

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 62391 applies to fixed electric double layer capacitors (hereafter called “capacitor(s)”) mainly used in DC circuits of 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 referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

IEC 60063, *Preferred number series for resistors and capacitors*

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

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

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

IEC 60068-2-21:1999, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

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

IEC 60068-2-47:1999, *Environmental testing – Part 2-47: Test methods – Mounting of components, equipment and other articles for vibration, impact and similar dynamic tests*

IEC 60068-2-58:2004, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

IEC 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state.*

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

IEC 60617 (all parts) [DB]¹, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60695-11-5: *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle-flame test method: Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

IEC 60717:1981, *Method for 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)*

QC001002-3, *Rules of procedure – Part 3: Approval procedures*

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

2 Technical data

2.1 Unit and symbols

Units, graphical symbols, letter symbols and terminology shall, 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.

¹ DB" refers to the IEC on-line database.

2.2 Terms and definitions

For the purpose of this document, the following terms and definitions apply:

2.2.1

type

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

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

2.2.3

grade

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)

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

2.2.5

subfamily (of electronic components)

group of components within a family manufactured by similar technological methods

2.2.6

d.c. capacitor

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

rated capacitance

C_R

designated capacitance value usually indicated on the capacitor

2.2.8

category temperature range

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

2.2.9

lower category temperature

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

2.2.10

upper category temperature

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

2.2.11**rated temperature**

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

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

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

2.2.13**category voltage** U_C

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

2.2.14**temperature derated voltage**

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

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.

2.2.15**surge voltage ratio**

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.

2.2.16**rated ripple voltage**

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.

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

voltage applied to the capacitor terminations in the reverse polarity direction

2.2.18**rated ripple current**

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

2.2.19**time constant**

product of the internal resistance (including circuit resistance) and the capacitance, normally expressed in seconds

2.2.20**internal resistance**

expresses the resistance component in an equivalent series circuit of capacitance and resistance of a capacitor, given in ohms (Ω)

2.2.21

IR drop

voltage drop between the capacitor terminals that is generated at the start of discharge and quantified by the product of the discharge current and the internal resistance of the capacitor

2.2.22

maximum temperature of a capacitor

temperature at the hottest point of its external surface

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

2.2.23

minimum temperature of a capacitor

temperature at the coldest point of the external surface

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

2.2.24

minimum storage temperature

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

2.2.25

maximum storage temperature

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

2.2.26

temperature characteristic of capacitance

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.

2.2.27

visible damage

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

2.2.28

leakage current

value of the current that flows through a capacitor after a charge for a fixed period of time, given in amperes (A)

2.2.29

self discharge

voltage held while being left for a fixed period of time under no load after a charge for a fixed period of time

2.2.30

temperature rise

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

2.2.31

insulated capacitor

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

2.2.32**uninsulated capacitor**

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

2.2.33**surface mount capacitor**

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

2.2.34**passive flammability**

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

2.2.35**active flammability**

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

2.2.36**category of passive flammability**

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

2.2.37**mass**

mass of the component with all fixed parts

2.2.38**volume**

component body without terminations

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 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 IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ), compliance with IEC QC 001002-3 is required.

3.2 Primary stage of manufacture

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

3.3 Structurally similar components

The structurally similar components shall be specified in the sectional specification.

3.4 Declaration of conformity

The declaration of conformity shall be specified in the sectional specification.

3.5 Test schedule and requirement for initial assessment

The test schedule and requirement for initial assessment shall be specified in the sectional specification.

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 Annex C to Clause 2 of IEC QC 001002-3).

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 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

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 %.

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.

Marking shall be legible, as checked by visual examination and shall conform to 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 (detail)

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

4.5 Capacitance

4.5.1 Constant current discharge method

4.5.1.1 Measuring circuit

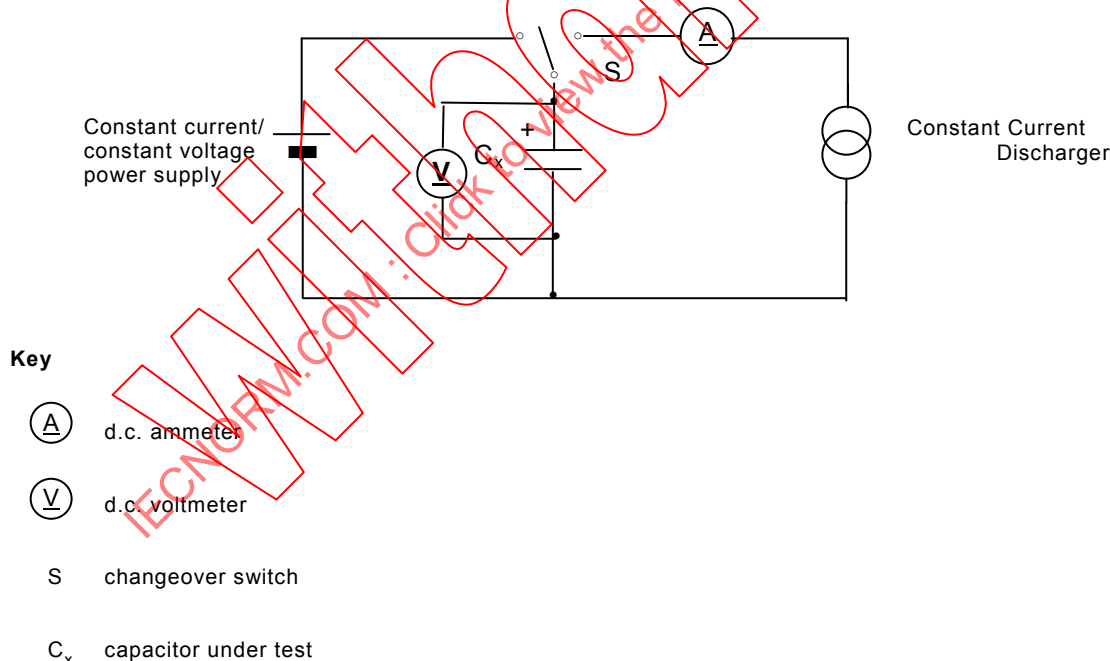


Figure 1 – Circuit for constant current discharge method

4.5.1.2 Measuring method

- a) If the d.c. voltage of the constant current/constant voltage power supply is not specified in the individual standards, set at the rated voltage (U_R).
- b) Set the constant current value of the constant current discharger to the discharge current specified in Table 2.

- c) Turn the switch S to the d.c. power supply, and unless otherwise specified in the individual standards, apply voltage and charge for 30 min after the constant current/ constant voltage power supply has achieved the rated voltage.
- d) After a charge for 30 min has finished, change over the switch S to the constant current discharger, and discharge with a constant current.
- e) Unless otherwise specified in the individual standards, measure the time t_1 and t_2 where the voltage between capacitor terminals at the time of discharge reduces from U_1 to U_2 as shown in Figure 2, and calculate the capacitance value by the following formula:

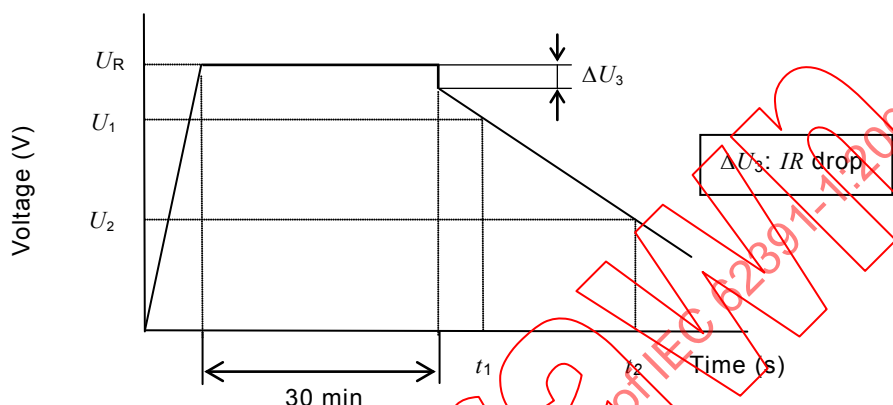


Figure 2 – Voltage characteristic between capacitor terminals

$$C = \frac{I \times (t_2 - t_1)}{U_1 - U_2}$$

where

- C is the capacitance (F);
- I is the discharge current (A);
- U_1 is the measurement starting voltage (V);
- U_2 is the measurement end voltage (V);
- t_1 is the time from discharge start to reach U_1 (s);
- t_2 is the time from discharge start to reach U_2 (s).

- f) The discharge current I and the voltages U_1 and U_2 at the time of discharge voltage drop shall be as per Table 2. The method classification shall be in accordance with the individual standards.

Table 2 – Discharge conditions

Classification	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
Application	Memory backup	Energy storage	Power	Instantaneous power
Charge time	30 min	30 min	30 min	30 min
I (mA)	$1 \times C$	$0,4 \times CU_R$	$4 \times CU_R$	$40 \times CU_R$
U_1	The value to be 80 % of the charging voltage ($0,8 \times U_R$)			
U_2	The value to be 40 % of the charging voltage ($0,4 \times U_R$)			
NOTE C is the rated capacitance in F (Farad), and U_R is the rated voltage in V (Volt).				

NOTE The discharge current I shall be set in accordance with the following:

- a) If ΔU_3 exceeds 5 % ($0,05 \times U_R$) of the charging voltage in the initial characteristics, the current value may be reduced by one half, one fifth or one tenth.

- b) The number of significant figures for the discharge current value of 10 A or less shall be one digit; the second digit of the calculated value should be rounded down.
- c) The number of significant figures for the discharge current value exceeding 10 A shall be two digits; the third digit of the calculated value should be rounded down.

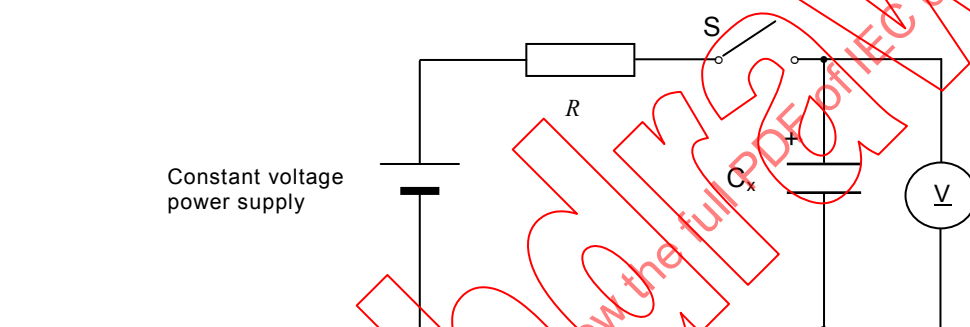
4.5.1.3 The relevant specification shall prescribe

- a) method classification;
- b) applied voltage other than the rated voltage;
- c) charging time other than 30 min;
- d) constant current discharge value other than that in Table 2;
- e) U_1 and U_2 at the time of discharge voltage drop other than those in Table 2.

4.5.2 Constant resistance charging method

4.5.2.1 Measuring circuit

Measurement shall be made using the measuring circuit shown in Figure 3.



Key

- R series resistance
- S switch
- $\textcircled{V}$ d.c. voltmeter
- C_x capacitor under test

Figure 3 – Circuit for constant resistance charging method

4.5.2.2 Measuring method

- a) Prior to measurement, short-circuit between capacitor terminals for 30 min or more and discharge sufficiently.
- b) Measure the time constant (τ) when the d.c. voltage of U_R is applied, and calculate the capacitance value by the following formula:

$$C = \frac{\tau}{R}$$

where

C is the capacitance (F);

τ is the charging time up to $0,632 \times U_R$ (s);

R is the series resistance (Ω).

c) Set the value of R so that τ becomes 60 s to 120 s.

4.5.2.3 The relevant specification shall prescribe

- a) applied voltage other than the rated voltage;
- b) series resistance R when the time constant is other than 60 s to 120 s.

4.6 Internal resistance

4.6.1 AC resistance method

4.6.1.1 Measuring circuit

Measurement shall be made using the measuring circuit shown in Figure 4.

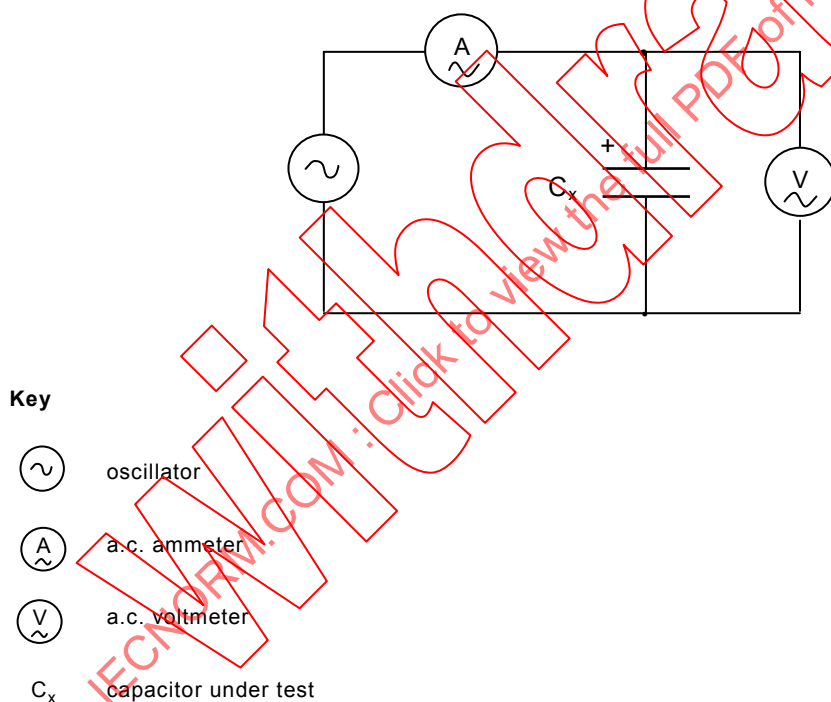


Figure 4 – Circuit for a.c. resistance method

4.6.1.2 Measuring method

a) The internal resistance R_a of a capacitor shall be calculated by the following formula:

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

where

R_a is the a.c. internal resistance (Ω);

U is the effective value of a.c. voltage (V r.m.s.);

I is the effective value of a.c. current (A r.m.s.).

- b) The frequency of the measuring voltage shall be 1 kHz.
- c) The a.c. current shall be from 1 mA to 10 mA.

4.6.2 DC resistance method

4.6.2.1 Measuring method

- a) Use the measuring circuit, shown in Figure 1 in 4.5.1.1 (Constant current discharge method). If the applied voltage is not specified in the individual standards, set at the rated voltage. Use a voltage recorder to measure the voltage between capacitor terminals.
- b) Turn the switch S to the d.c. power supply and unless otherwise specified in the individual standards, apply voltage and charge for 30 min after the constant current/ constant voltage power supply has achieved the rated voltage.
- c) After a charge for 30 min has finished, change over the switch S to the constant current discharger. Unless otherwise specified in the individual standards, discharge with a constant current specified in Table 3.
- d) Record the time-varying voltages between the capacitor terminals with a voltage recorder.
- e)
- e) Draw an auxiliary line while extending the straight part of the time-varying voltages between the capacitor terminals obtained from the voltage recorder, read the voltage drop ΔU_3 obtained from the intersection of the auxiliary line and the time base at the time of discharge start shown in Figure 5, and then calculate the internal resistance R_d by the following formula.

$$R_d = \frac{\Delta U_3}{I}$$

where

R_d is the d.c. internal resistance (Ω);

ΔU_3 is the drop voltage (V);

I is the discharge current (A).

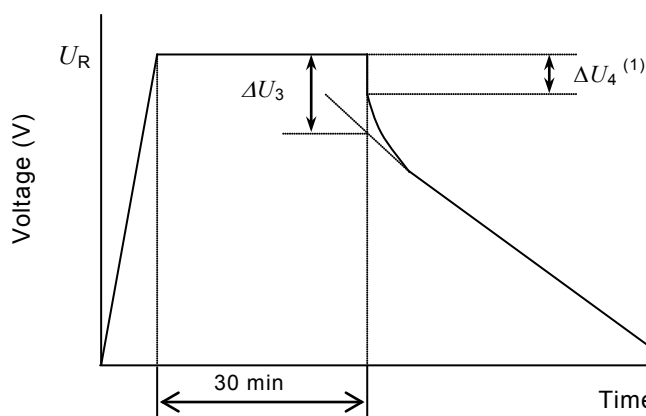
- f) The discharge current I shall be as per Table 3. The method classification shall be in accordance with the individual standards.

Table 3 – Discharge current

Classification	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
I (mA)	$10 \times C$	$4 \times CU_R$	$40 \times CU_R$	$400 \times CU_R$
NOTE C is the rated capacitance in F (Farad), and U_R is the rated voltage in V (Volt).				

NOTE The discharge current I shall be set in accordance with the following:

- a) If ΔU_3 exceeds 20 % ($0,20 \times U_R$) of the charging voltage, the current value may be reduced by one half, one fifth or one tenth.
- b) The number of significant figures for the discharge current value of 10 A or less shall be one digit; the second digit of the calculated value should be rounded down.
- c) The number of significant figures for the discharge current value exceeding 10 A shall be two digits; the third digit of the calculated value should be rounded down.



- (1) The drop voltage does not indicate the voltage ΔU_4 that drops instantaneously at the time of discharge start, but the dropped voltage ΔU_3 obtained from the intersection of the auxiliary line extended from the straight part and the time base at the time of discharge start.

Figure 5 – Voltage characteristic between capacitor terminals

4.6.2.2 The relevant specification shall prescribe

- method classification;
- applied voltage other than the rated voltage;
- charging time other than 30 min;
- discharge current value other than that in Table 3.

4.7 Leakage current

4.7.1 Measuring method

- Discharge duration.

Before this measurement is made, the capacitors shall be fully discharged. Discharge procedure shall take 1 h to 24 h and shall be specified in the relevant specification.

- The leakage current shall be measured, unless otherwise prescribed in the relevant specification, using the direct voltage (U_R) appropriate to the test temperature. Electrification period after maximum 30 min charge-up time to reach 95 % of the applied voltage shall be selected from 30 min, 1 h, 2 h, 4 h, 8 h, 12 h, 24 h or 48 h and shall be specified in the relevant specification.
- A steady source of power such as a regulated power supply shall be used.
- Unless otherwise specified in the relevant specification, apply the voltage to a capacitor through a protective resistor of 1 000 Ω or less.

4.7.2 The relevant specification shall prescribe:

- The leakage current limit at a reference temperature of 20 °C, and at other specified temperatures;
- When necessary, the correction factor, if the measurements are made at a temperature other than 20 °C, but within the range of temperatures covered by the standard atmospheric conditions for testing;
- The electrification time;
- Resistance value of protective resistor other than 1 000 Ω .

4.8 Self-discharge

4.8.1 Measuring method (refer to Figure 6)

- Before this measurement is made, the capacitors shall be fully discharged. Discharge procedure shall take 1 h to 24 h and shall be specified in the relevant specification.
- Apply the rated voltage U_R directly to the capacitor terminals, without using a protective resistor. Unless otherwise specified by the relevant specifications, charging time shall be 8 h, including maximum 30 min charge-up time to reach 95 % of the applied voltage.
- Disconnect the capacitor terminals from the voltage source. Unless otherwise specified in the detail specification, the capacitor shall be kept under standard conditions for 16 h or 24 h.
- The internal resistance of the d.c. voltmeter used shall have a value of at least 1 M Ω .

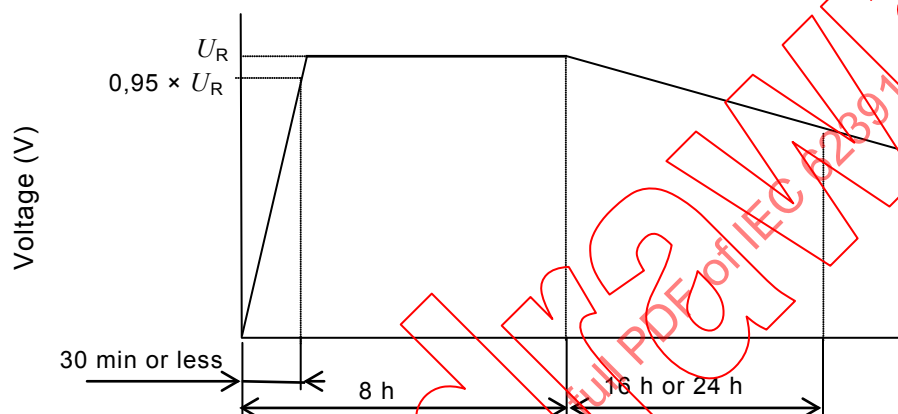


Figure 6 – Self-discharge test diagram

4.8.2 The relevant specification shall prescribe

- discharge duration;
- applied voltage other than the rated voltage;
- charging time other than 8 h;
- the time period between disconnecting the capacitor from the charging voltage and measurement.

4.9 Robustness of terminations

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

4.9.1 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 (<i>S</i>) (see note) mm ²	Corresponding diameter (<i>d</i>) for circular section wires mm	Force with tolerance of ±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
$0,1 < S \leq 0,2$	$0,35 < d \leq 0,5$	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.

4.9.2 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.

4.9.3 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.

4.9.4 Test Ud – Torque (for terminations with threaded studs or screws and for integral mounting devices)**Table 5 – Torque**

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

4.9.5 Visual examination

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

4.10 Resistance to soldering heat

4.10.1 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.

4.10.2 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: $260\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- depth of immersion from the seating plane $2\text{ }_{-0,5}^0\text{ mm}$, 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: $350\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- depth of immersion from the component body: $3,5\text{ }_{-0,5}^0\text{ mm}$;
- 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: $350\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 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).

4.10.3 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 $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$.

4.10.4 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.

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

4.11 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 $155\text{ }^{\circ}\text{C}$ (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.

4.11.1 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:

4.11.1.1 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

$2\text{ }_{-0,5}^0\text{ mm}$, 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: $3,5\text{ }_{-0,5}^0\text{ mm}$.

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

4.11.1.3 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.

4.11.2 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.

4.11.2.1 Final inspection, measurements and requirements

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

4.12 Rapid change of temperature

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

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

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

4.13 Vibration

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

4.13.2 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.

4.13.3 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.

4.13.4 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.

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

4.14 Damp heat, steady state

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

4.14.2 The capacitors shall be subjected to Test Cab of IEC 60068-2-78, using the degree of severity corresponding to the detail specification.

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

4.15 Endurance

4.15.1 Initial measurements

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.15.2 The tests of IEC 60068-2-2 apply as follows:

d.c. tests – Test Ba;

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.

4.15.3 The relevant specification shall prescribe:

- a) duration of the test (e.g. hours);
- b) test temperature (e.g. room, rated or upper category temperature);
- c) voltage or current to be applied (see also 4.15.4).

When capacitors have to meet additional requirements for electric shock hazard protection, additional test conditions for endurance testing shall be prescribed in the relevant specification.

4.15.4 Unless otherwise specified in the relevant specification, the voltage to be applied during the test shall be selected from the following:

d.c. 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.

4.15.5 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.

4.15.6 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.

4.15.7 The capacitors shall then be visually examined.

4.15.8 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.

4.16 Storage

4.16.1 Storage at high temperature

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

4.16.1.2 The capacitors shall be subjected to Test Ba of IEC 60068-2-2, using the following severities:

- temperature: upper category temperature;
- duration: $96\text{ h} \pm 4\text{ h}$.

4.16.1.3 After recovery for at least 16 h, the measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.16.2 Storage at low temperature

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

4.16.2.2 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.

4.16.2.3 After recovery for at least 16 h, the measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.17 Characteristics at high and low temperature

The capacitors shall be subjected to the procedures of the dry heat and cold test (4.17.2 and 4.17.3 respectively) with the following details:

4.17.1 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.

4.17.2 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.

4.17.3 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.

4.17.4 The capacitors shall not exceed the limits prescribed in the relevant specification.

4.18 Component solvent resistance

4.18.1 Initial measurements

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.18.2 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.

4.18.3 The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made and the specified requirements be met.

4.19 Solvent resistance of marking

4.19.1 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.

4.19.2 After the test the marking shall be legible.

4.20 Passive flammability

4.20.1 The test shall be made according to IEC 60695-11-5.

4.20.2 The capacitor under test shall be held in the flame in the position which best promotes burning (if this position is not given in the detail specification it shall be evaluated by pre-testing). Each specimen shall only be exposed once to the flame.

4.20.3 The smallest, a medium (in the case of more than four case sizes), and the biggest case size shall be tested. Of each case size, three specimens of the maximum and three specimens of the minimum capacitance shall be tested, resulting in six specimens per case size.

4.20.4 For time of exposure to flame and burning time, see Table 6. If applicable, the detail specification shall specify the category of passive flammability.

4.20.5 Requirements

The burning time of any specimen shall not exceed the time specified in Table 6.

Burning droplets or glowing parts falling down shall not ignite the tissue paper.

Table 6 – Severities and requirements

Category of flammability	Severities				Maximum burning time s
	Flame exposure time, in seconds, for capacitor volume ranges ¹⁾ mm ³				
	volume ≤ 250	250 < volume ≤ 500	500 < volume ≤ 1 750	1 750 < volume ≤ 12 000	
A	15	30	60	120	3
B	10	20	30	60	10
C	5	10	20	30	30
1) Test severities for capacitor volumes above 12 000 mm ³ are under consideration.					

4.21 Pressure relief (if applicable)

4.21.1 d.c. test

Applied voltage: Unless otherwise specified in the relevant specification, over voltage obtained with constant current of minimum 10 mA /F.

Annex A

(normative)

Classification according to capacitance and internal resistance

Measurements of capacitance and internal resistance by the constant current discharge method and the d.c. resistance method, respectively require much (long) measuring time depending on the product ratings provided that the measuring conditions are standardized with the specificity of these measuring methods; therefore, it was necessary to select efficient measuring conditions. For this reason, the following application classification has been considered, classifying into four measuring conditions.

In the meantime, it has been suggested that the same discharge current condition may be good for capacitance and internal resistance for every application of the four methods; however, classification was made in terms of accuracy in measurement. Note that the same measuring conditions may be used for capacitance and internal resistance within the scope of the capacitors that can obviously achieve accurate measurements.

Class 1 (memory backup)

This class is suitable for those capacitors which are mainly used for RAM memory backup with discharge current units ranging from nA to μ A. The characteristics of the capacitors for this application have relatively low capacitance and high internal resistance.

Class 2 (energy storage)

This class is suitable for those capacitors which are mainly used for driving motors, requiring power with discharge current units ranging from mA to A. The characteristics of the capacitors for this application have relatively high capacitance and low internal resistance.

Class 3 (for power)

This class is suitable for those energy storage capacitors which mainly require a long time operation, requiring the discharge current units ranging from mA to A. The capacitors for this application have high capacitance in characteristics without any consideration of internal resistance. This class handles higher internal resistance compared with the power application in the Class 2.

Class 4 (instantaneous power)

This class is suitable for the application that requires instantaneous power (relatively large current) even with a short operating time. The capacitors for this application have low capacitance and low internal resistance in characteristics.

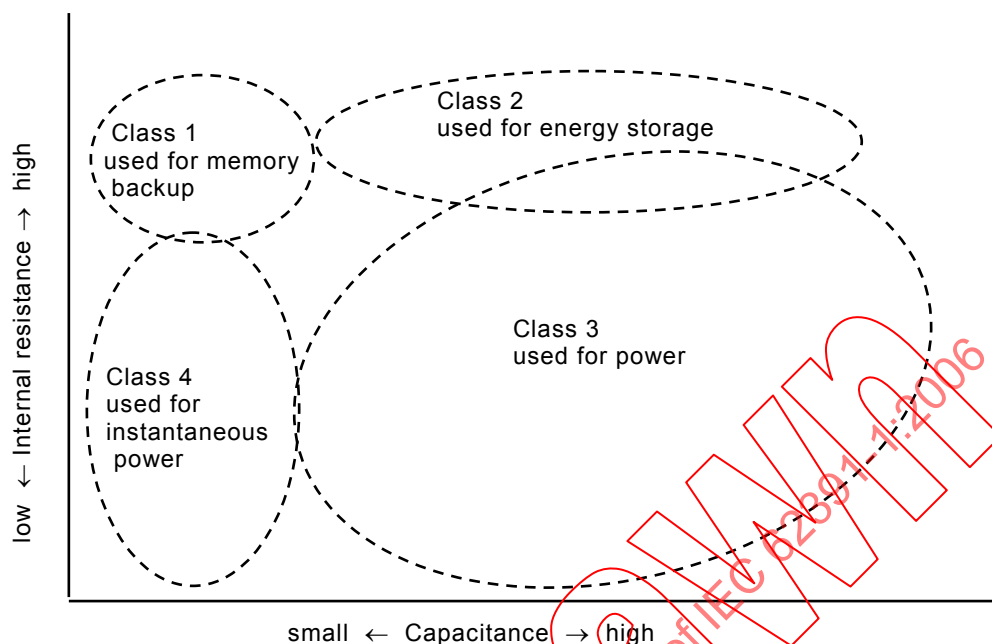


Figure A.1 – Conceptual rendering orientated by characteristics in each classification

Unless otherwise specified in the individual standards, it is recommended that the measurement items for electric performance by the above class classification shall be selected from those classes shown in Table A.1 according to the usage.

Table A.1 – Measurement items for electric performance

Measurement items		Section No.	Selection classification			
			Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
Capacitance	Constant current discharge method	4.5.1	A	A	A	A
	Constant resistance charging method	4.5.2	B	B	B	B
Internal resistance	a.c. resistance method	4.6.1	A	B	B	B
	d.c. resistance method	4.6.2	C	A	A	A
Leakage current		4.7	C	C	C	C
Self discharge		4.8	A	C	C	C

NOTE Selection classification A: use as a standard, B: use as a shortcut method, C: use when necessary. Shall be specified in the individual standards. For capacitance, Annex B is provided.

Annex B (informative)

Measuring method of capacitance and low resistance by low frequency a.c. method (reference)

B.0 Introduction

This method is suitable for capacitors with relatively low internal resistance, and can be used as a shortcut method to reduce the measuring time.

B.1 Measuring system

The measuring system includes the components in Figure B.1. The system that replaces this method for measuring capacitance at low frequency may be used.

- a) Generate a sinusoidal voltage at the specified frequency with a frequency response analyzer and apply the voltage to a capacitor via a potentiostat.
- b) Detect the current that flows through the capacitor with a potentiostat (a device to automatically keep the electrode potential constant), and convert it into a voltage value to return it to the frequency analyzer.
- c) Obtain the impedance $|Z|$ and phase angle ϕ from the voltage and current of the capacitor to be measured.

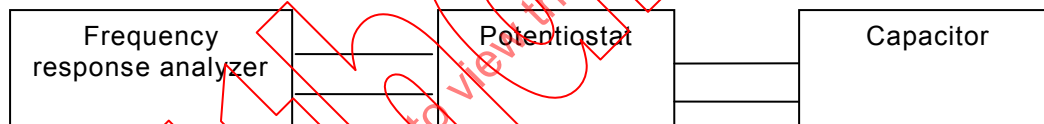


Figure B.1 – Capacitance measuring system by low frequency a.c. method

B.2 Calculation of capacitance

- a) Calculate the reactance X by the following formula:

$$X = |Z| \times \sin \phi$$

where

X is reactance (Ω);

$|Z|$ is impedance (Ω);

ϕ is phase angle.

- b) Use the calculated reactance to calculate the capacitance C of the capacitor by the following formula:

$$C = X / 2\pi f$$

where

C is capacitance (F);

π is circle ratio;

f is measuring frequency (Hz).

B.3 Measuring conditions

- a) Use any measuring frequency from 0,05 Hz, 0,1 Hz, 1 Hz, 10 Hz or 100 Hz;
 - b) The measuring voltage shall be 3 % or less of the rated voltage;
 - c) The bias voltage shall be 50 % to 95 % of the rated voltage. If no doubt arises on judgment, bias voltage may be omitted.
-

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62391-1:2006

Withd 2006

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62397-1:2006

Withdrawn

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	36
1 Généralités	38
1.1 Domaine d'application	38
1.2 Références normatives	38
2 Données techniques	39
2.1 Unités et symboles	39
2.2 Termes et définitions	40
2.3 Valeurs préférentielles	43
2.4 Marquage	44
3 Procédures d'assurance de la qualité	44
3.1 Généralités	44
3.2 Étape initiale de fabrication	44
3.3 Modèles associables	44
3.4 Déclaration de conformité	44
3.5 Programme d'essais et exigences pour l'évaluation initiale	44
4 Procédures d'essais et de mesures	44
4.1 Généralités	44
4.2 Conditions atmosphériques normalisées	45
4.3 Séchage	46
4.4 Examen visuel et contrôle des dimensions	46
4.5 Capacité	47
4.6 Résistance interne	50
4.7 Courant de fuite	52
4.8 Auto-décharge	53
4.9 Robustesse des sorties	53
4.10 Résistance à la chaleur de brasage	54
4.11 Brasabilité	55
4.12 Variations rapides de température	56
4.13 Vibrations	57
4.14 Chaleur humide, essai continu	57
4.15 Endurance	57
4.16 Stockage	58
4.17 Caractéristiques à haute et basse température	58
4.18 Résistance au solvant des composants	59
4.19 Résistance au solvant du marquage	60
4.20 Inflammabilité passive	60
4.21 Décharge de pression (le cas échéant)	61
Annexe A (normative) Classification en fonction des capacités et des résistances internes	62
Annexe B (informative) Méthode de mesure de capacité et de faible résistance par la méthode en courant alternatif faible fréquence (référence)	64

Figure 1 – Circuit pour la méthode de décharge à courant constant	47
Figure 2 – Caractéristique de la tension entre les bornes d'un condensateur	48
Figure 3 – Circuit pour la méthode de charge à résistance constante	49
Figure 4 – Circuit pour la méthode de la résistance à courant alternatif	50
Figure 5 – Caractéristique de la tension aux bornes d'un condensateur	52
Figure 6 – Schéma d'essai de l'auto-décharge	53
Figure A.1 – Performances conceptuelles orientées par les caractéristiques de chaque classification	63
Figure B.1 – Système de mesure de la capacité par la méthode en courant alternatif faible fréquence	64
Tableau 1 – Essai de référence: conditions atmosphériques normalisées	46
Tableau 2 – Conditions de décharge	48
Tableau 3 – Courant de décharge	51
Tableau 4 – Force de traction	54
Tableau 5 – Couple	54
Tableau 6 – Sévérités et exigences	61
Tableau A.1 – Éléments de mesure des performances électriques	63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES FIXES À DOUBLE COUCHE UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 1: Spécification générique

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62391-1 a été établie par le comité d'études 40 de la CEI: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

La présente version bilingue (2012-06) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2006-04.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 40/1640/FDIS et 40/1712/RVD.

Le rapport de vote 40/1712/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française n'a pas été soumise au vote.

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

La CEI 62391 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Condensateurs électriques fixes à double couche utilisés dans les équipements électroniques*:

Partie 1: Spécification générique

Partie 2: Spécification intermédiaire – Condensateurs électriques à double couche pour application de puissance

La spécification intermédiaire mentionnée ci-dessus comporte une spécification particulière cadre qui constitue un document supplémentaire, contenant les exigences sur le style, la disposition et le contenu minimum des spécifications particulières.

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

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

CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES FIXES À DOUBLE COUCHE UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 1: Spécification générique

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62391 s'applique aux condensateurs électriques fixes à double couche (que l'on appellera ci-après "condensateurs") principalement utilisés dans des circuits à courant continu d'équipements électroniques.

Elle définit les termes normalisés, les procédures d'inspection et les méthodes d'essai utilisés dans les spécifications intermédiaires et particulières des composants électroniques dans le cadre de l'assurance de qualité, ainsi qu'à d'autres fins.

1.2 Références normatives

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

CEI 60027 (toutes les parties), *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*

CEI 60062, *Codes de marquage pour résistances et condensateurs*

CEI 60063, *Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs*

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

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

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

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

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

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

CEI 60068-2-21:1999, *Essais d'environnement – Partie 2-21: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation*

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

CEI 60068-2-47:1999, *Essais d'environnement – Partie 2-47: Méthodes d'essai – Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques de vibrations, d'impacts et autres essais similaires*

CEI 60068-2-58:2004, *Essais d'environnement – Partie 2-58: Essais – Essai Td: Méthodes d'essai de la soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de soudage des composants pour montage en surface (CMS)*

CEI 60068-2-78:2001, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

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

CEI 60617 (toutes les parties) [DB]¹, *Symboles graphiques pour schémas*

CEI 60695-11-5: *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-5: Flammes d'essai – Méthode d'essai au brûleur-aiguille – Appareillage, dispositif d'essai de vérification et lignes directrices*

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

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

QC001002-3, *Rules of procedure – Part 3: Approval procedures* (disponible en anglais seulement)

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

2 Données techniques

2.1 Unités et symboles

Les unités, les symboles graphiques, les symboles littéraux et la terminologie doivent, dans la mesure du possible, être tirés des publications suivantes:

- CEI 60027
- CEI 60050
- CEI 60617
- ISO 1000

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

¹ DB" fait référence à la base de données en ligne de la CEI.

2.2 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

2.2.1

type

groupe de composants ayant des caractéristiques de conception similaires et dont la similitude des techniques de fabrication permet de les regrouper, soit pour l'homologation, soit pour le contrôle de la conformité de la qualité. Ces composants sont en général couverts par une seule et même spécification particulière

NOTE Des composants décrits dans plusieurs spécifications particulières peuvent, dans certains cas, être considérés appartenir au même type.

2.2.2

modèle

subdivision d'un type, généralement basée sur des facteurs dimensionnels. Un modèle peut inclure plusieurs variantes, généralement d'ordre mécanique

2.2.3

classe

terme servant à indiquer une caractéristique générale supplémentaire concernant l'application prévue du composant. Il peut uniquement être utilisé associé à un ou plusieurs mots (par exemple, classe longue durée de vie), mais pas à une seule lettre ou un seul chiffre

2.2.4

famille (de composants électroniques)

groupe de composants qui présentent principalement un attribut physique particulier et/ou réalisent une fonction définie

2.2.5

sous-famille (de composants électroniques)

groupe de composants d'une famille, fabriqués par des méthodes technologiques similaires

2.2.6

condensateur pour courant continu

condensateur conçu essentiellement pour fonctionner sous des tensions continues

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

2.2.7

capacité assignée

C_R

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

2.2.8

gamme de températures de catégorie

gamme des températures ambiantes pour laquelle le condensateur a été conçu pour fonctionner de manière continue. Cette gamme est donnée par la température de catégorie inférieure et la température de catégorie supérieure

2.2.9

température de catégorie inférieure

température ambiante minimale pour laquelle un condensateur a été conçu pour fonctionner de manière continue

2.2.10**température de catégorie supérieure**

température ambiante maximale pour laquelle un condensateur a été conçu pour fonctionner de manière continue

2.2.11**température assignée**

température ambiante maximale à laquelle la tension assignée peut être appliquée de manière continue

2.2.12**tension continue assignée** U_R

tension continue maximale ou valeur de crête d'une tension d'impulsion qui peut être appliquée de manière continue à un condensateur à n'importe quelle température entre la température de catégorie inférieure et la température assignée

2.2.13**tension de catégorie** U_C

tension maximale pouvant être appliquée de manière continue à un condensateur utilisé à sa température de catégorie supérieure

2.2.14**tension corrigée en fonction de la température**

tension maximale pouvant être appliquée de façon permanente aux bornes d'un condensateur à toute température comprise entre la température assignée et la température de catégorie supérieure

NOTE Il convient que la dépendance entre tension et température à des températures comprises entre la température assignée et la température de catégorie supérieure soit donnée dans la spécification applicable.

2.2.15**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 gamme des températures de catégorie par, selon le cas, la tension assignée ou la tension corrigée en fonction de la température

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

2.2.16**tension ondulée assignée**

valeur efficace de la tension alternative maximale admissible d'une fréquence spécifiée superposée à la tension continue 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 assignée ou, selon le cas, la tension corrigée en fonction de la température.

2.2.17**tension inverse (pour les condensateurs polarisés seulement)**

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

2.2.18**courant ondulé assigné**

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

2.2.19

constante de temps

produit de la résistance interne (incluant la résistance du circuit) par la capacité. Elle s'exprime normalement en secondes

2.2.20

résistance interne

exprime la composante résistance dans un circuit équivalent série du condensateur et la résistance d'un condensateur. Elle s'exprime en ohms (Ω)

2.2.21

chute IR

chute de tension entre les bornes d'un condensateur générée au début d'une décharge et quantifiée par le produit du courant de décharge par la résistance interne du condensateur

2.2.22

température maximale d'un condensateur

température du point le plus chaud de la surface externe

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

2.2.23

température minimale d'un condensateur

température du point le plus froid de la surface externe

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

2.2.24

température minimale de stockage

température ambiante minimale qu'il convient que le condensateur supporte sans dommage en conditions de non-fonctionnement

2.2.25

température maximale de stockage

température ambiante maximale égale à la température de catégorie supérieure du condensateur

2.2.26

caractéristique de température de condensateur

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

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

2.2.27

dommage visible

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

2.2.28

courant de fuite

valeur du courant qui traverse un condensateur après une charge pendant une période de temps fixe, exprimée en ampères (A)

2.2.29**auto-décharge**

tension restant lorsqu'aucune charge n'est appliquée pendant une période de temps fixe après l'application d'une charge pendant une période de temps fixe

2.2.30**élévation de température**

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

2.2.31**condensateur isolé**

condensateur dont toutes les bornes d'une section peuvent être portées à un potentiel différent (mais non inférieur à la tension assignée) de celui de toute surface conductrice avec laquelle le boîtier est susceptible d'entrer en contact en utilisation normale

2.2.32**condensateur non isolé**

condensateur dont au moins une des bornes d'une section ne peut pas être portée à un potentiel différent (mais non inférieur à la tension assignée) de celui de toute surface conductrice avec laquelle le boîtier est susceptible d'entrer en contact en utilisation normale

2.2.33**condensateur pour montage en surface**

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

2.2.34**inflammabilité passive**

inflammabilité causée par un chauffage externe du composant (par exemple des flammes)

2.2.35**inflammabilité active**

inflammabilité (auto-allumage) causée par un réchauffement interne du composant (par exemple des étincelles dues à un défaut de contact interne)

2.2.36**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

2.2.37**masse**

masse du composant avec tous les éléments fixés

2.2.38**volume**

corps du composant sans les bornes

2.3 Valeurs préférentielles**2.3.1 Généralités**

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

2.3.2 Valeurs préférentielles de capacité assignée

Les valeurs préférentielles de la capacité assignée doivent être prises dans les séries spécifiées dans la CEI 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 la 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

Quand la présente norme et les normes associées sont utilisées dans le cadre d'un système d'assurance de la qualité complète, un système tel que le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ), la conformité à la CEI QC 001002-3 est requise.

3.2 Etape initiale de fabrication

L'étape principale de fabrication doit être spécifiée dans la spécification intermédiaire.

3.3 Modèles associables

Les composants de structure similaire doivent être indiqués dans la spécification intermédiaire.

3.4 Déclaration de conformité

La déclaration de conformité doit être indiquée dans la spécification intermédiaire.

3.5 Programme d'essais et exigences pour l'évaluation initiale

Le programme d'essais et les exigences pour l'évaluation initiale doivent être indiqués dans la spécification intermédiaire.

4 Procédures 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'essais et l'ordre dans lequel ces essais doivent être effectués. Les essais doivent être effectués dans l'ordre indiqué. Les conditions de mesure doivent être les mêmes pour les mesures initiales et finales.

Si les spécifications nationales d'un système d'évaluation de la qualité incluent des méthodes différentes de celles spécifiées dans les spécifications ci-dessus, elles 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 la CEI QC 001002-3, Annexe C à l'Article 2).

4.2 Conditions atmosphériques normalisées

4.2.1 Conditions atmosphériques normalisées pour les essais

Sauf spécification contraire, tous les essais et toutes les mesures doivent être effectués dans des conditions atmosphériques normalisées d'essais, conformément à 5.3 de la CEI 60068-1:

- température: 15 °C à 35 °C;
- humidité relative: 25 % à 75 %;
- pression d'air: 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 période prescrite pour le rétablissement à la fin d'un essai est normalement suffisante.

Lorsque des mesures sont effectuées à une température différente de la température spécifiée, les résultats doivent, si nécessaire, être corrigés pour la température spécifiée. La température ambiante pendant les mesures doit être indiquée dans le rapport d'essai. En cas de conflit, les mesures doivent être répétées en utilisant une des températures d'arbitrage (conformément à 4.2.3) et d'autres conditions prescrites dans la présente spécification.

Lorsque des essais sont effectués en séquence, 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 rétablissement

Sauf spécification contraire, le rétablissement doit se faire dans les conditions atmosphériques normalisées des essais (4.2.1).

Si le rétablissement doit être fait dans des conditions étroitement contrôlées, les conditions de rétablissement contrôlées de 5.4.1 de la CEI 60068-1 doivent être utilisées.

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

4.2.3 Conditions d'arbitrage

Pour les besoins d'arbitrage, une des conditions atmosphériques normalisées pour les essais d'arbitrage données en 5.2 de la CEI 60068-1, qui sont données dans le Tableau 1 ci-dessous, doit être sélectionnée.

Tableau 1 – Essai de référence: conditions atmosphériques normalisées

Température °C	Humidité relative %	Pression d'air 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

Les conditions atmosphériques normalisées de référence données en 5.1 de la CEI 60068-1 s'appliquent:

- température: 20 °C;
- pression d'air: 101,3 kPa.

4.3 Séchage

Sauf indication 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 %.

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

4.4 Examen visuel et contrôle des dimensions

4.4.1 Examen visuel

Un examen visuel du composant doit montrer que l'état, la qualité et la finition sont satisfaisants.

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

4.4.2 Dimensions (calibrage)

Les dimensions indiquées dans la spécification particulière, appropriées au calibrage, doivent être vérifiées, et 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.

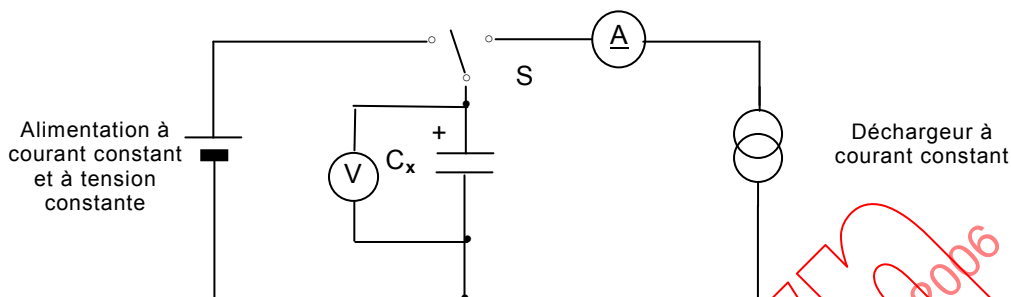
4.4.3 Dimensions (détail)

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

4.5 Capacité

4.5.1 Méthode de décharge à courant constant

4.5.1.1 Circuit de mesure



Légende

- (A) ampèremètre pour courant continu
- (V) voltmètre pour courant continu
- S commutateur
- C_x condensateur en essai

Figure 1 – Circuit pour la méthode de décharge à courant constant

4.5.1.2 Méthode de mesure

- a) Si la tension continue de l'alimentation à courant constant et à tension constante n'est pas spécifiée dans les normes individuelles, elle est réglée à la tension assignée (U_R).
- b) Régler la valeur du courant constant du déchargeur à courant constant sur le courant de décharge spécifié au Tableau 2.
- c) Placer le commutateur S sur la position alimentation continue, et, sauf spécification contraire dans les normes individuelles, appliquer une tension et une charge pendant 30 min après que l'alimentation à courant constant et à tension constante a atteint la tension assignée.
- d) Après une charge de 30 min, placer le commutateur S sur le déchargeur à courant constant et décharger avec un courant constant.
- e) Sauf spécification contraire dans les normes individuelles, mesurer les instants t_1 et t_2 où la tension entre les bornes du condensateur au moment de la décharge passe de U_1 à U_2 comme le montre la Figure 2, et calculer la valeur de la capacité en utilisant la formule suivante:

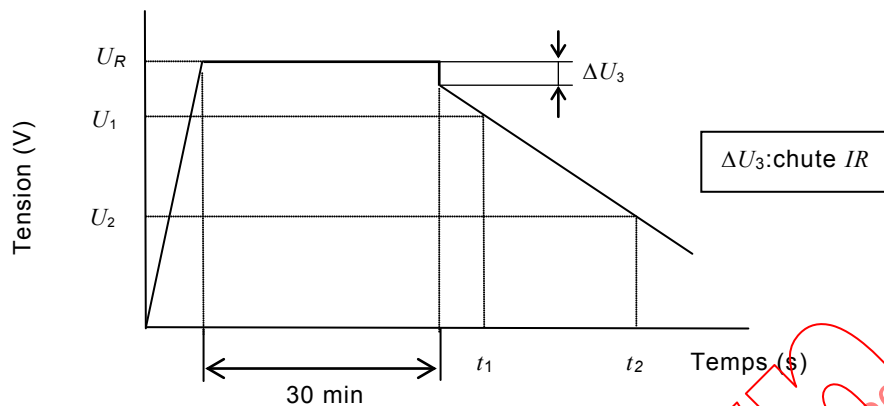


Figure 2 – Caractéristique de la tension entre les bornes d'un condensateur

$$C = \frac{I \times (t_2 - t_1)}{U_1 - U_2}$$

où

C est la capacité (F);

I est le courant de décharge (A);

U_1 est la tension (V) au début de la mesure;

U_2 est la tension (V) à la fin de la mesure;

t_1 est la date à laquelle la décharge atteint U_1 (s);

t_2 est la date à laquelle la décharge atteint U_2 (s).

- f) Le courant de décharge I et les tensions U_1 et U_2 au moment de la chute de tension de décharge doivent être conformes au Tableau 2. La classification des méthodes doit être conforme aux normes individuelles.

Tableau 2 – Conditions de décharge

Classification	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Application	Sauvegarde en mémoire	Stockage d'énergie	Puissance	Puissance instantanée
Temps de charge	30 min	30 min	30 min	30 min
I (mA)	$1 \times C$	$0,4 \times CU_R$	$4 \times CU_R$	$40 \times CU_R$
U_1	La valeur correspondant à 80 % de la tension de charge ($0,8 \times U_R$)			
U_2	La valeur correspondant à 40 % de la tension de charge ($0,4 \times U_R$)			
NOTE C est la capacité assignée en F (Farad), et U_R est la tension assignée en V (Volt).				

NOTE Le courant de décharge I doit être réglé comme suit:

- Si ΔU_3 dépasse 5 % ($0,05 \times U_R$) de la tension de charge dans les caractéristiques initiales, la valeur du courant peut être réduite de 50 %, 20 % ou 10 %.
- Un courant de décharge inférieur ou égal à 10 A doit être indiqué avec un chiffre significatif. Il convient d'arrondir le deuxième chiffre de la valeur calculée.
- Un courant de décharge supérieur à 10 A doit être indiqué avec deux chiffres significatifs. Il convient d'arrondir le troisième chiffre de la valeur calculée.

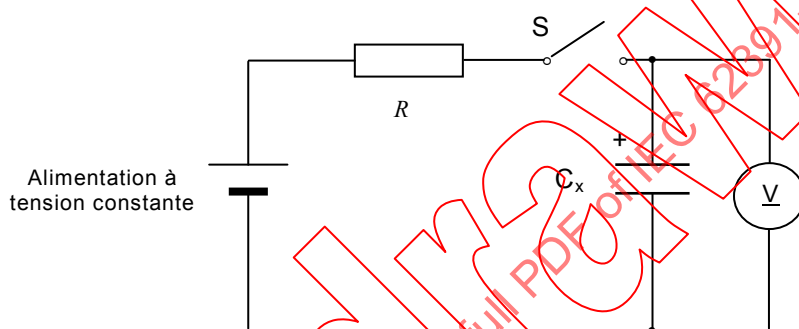
4.5.1.3 La spécification applicable doit prescrire:

- une classification des méthodes;
- une tension appliquée différente de la tension assignée;
- un temps de charge différent de 30 min;
- une valeur de décharge à courant constant autre que celle du Tableau 2;
- des tensions U_1 et U_2 au moment de la chute de tension de décharge différentes des tensions du Tableau 2.

4.5.2 Méthode de charge à résistance constante

4.5.2.1 Circuit de mesure

La mesure doit être réalisée à l'aide du circuit de mesure représenté à la Figure 3.



Légende

- R résistance série
- S interrupteur
- $\textcircled{V}$ voltmètre pour courant continu
- C_x condensateur en essai

Figure 3 – Circuit pour la méthode de charge à résistance constante

4.5.2.2 Méthode de mesure

- Avant d'effectuer la mesure, court-circuiter les bornes du condensateur pendant au moins 30 min et décharger le condensateur suffisamment.
- Mesurer la constante de temps (τ) lorsque la tension continue U_R est appliquée, et calculer la valeur de la capacité à l'aide de la formule suivante:

$$C = \frac{\tau}{R}$$

où

C est la capacité (F);

τ est le temps de charge jusqu'à $0,632 \times U_R$ (s);

R est la résistance série (Ω).

- Régler la valeur de R de telle sorte que τ soit comprise entre 60 s à 120 s.

4.5.2.3 La spécification applicable doit prescrire:

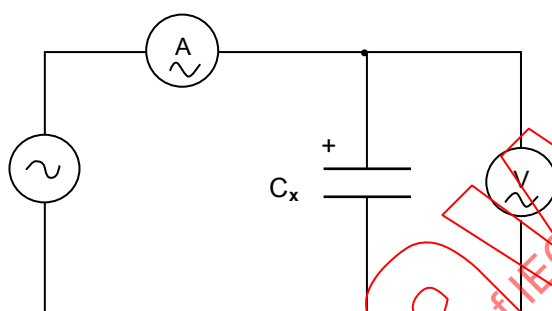
- a) une tension appliquée différente de la tension assignée;
- b) une résistance série R lorsque la constante de temps est différente de 60 s à 120 s.

4.6 Résistance interne

4.6.1 Méthode de la résistance à courant alternatif

4.6.1.1 Circuit de mesure

La mesure doit être réalisée à l'aide du circuit de mesure représenté à la Figure 4.



Légende

- oscillateur
- ampèremètre à courant alternatif
- voltmètre à courant alternatif
- C_x condensateur en essai

Figure 4 – Circuit pour la méthode de la résistance à courant alternatif

4.6.1.2 Méthode de mesure

- a) La résistance interne R_a d'un condensateur doit être calculée par la formule suivante:

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

où

R_a est la résistance à courant alternatif interne (Ω);

U est la valeur efficace de la tension alternative (V eff);

I est la valeur efficace du courant alternatif (I eff).

- b) La fréquence de la tension de mesure doit être 1 kHz.
- c) Le courant alternatif doit être compris entre 1 mA et 10 mA.

4.6.2 Méthode de la résistance à courant continu

4.6.2.1 Méthode de mesure

- a) Utiliser le circuit de mesure représenté à la Figure 1 de 4.5.1.1 (Méthode de décharge à courant constant). Si la tension appliquée n'est pas spécifiée dans les normes

individuelles, régler à la tension assignée. Utiliser un enregistreur de tension pour mesurer la tension entre les bornes du condensateur.

- b) Placer le commutateur S sur la position alimentation continue, et, sauf spécification contraire dans les normes individuelles, appliquer une tension et une charge pendant 30 min après que l'alimentation à courant constant et à tension constante a atteint la tension assignée.
- c) Après une charge de 30 min, placer le commutateur S sur le déchargeur à courant constant. Sauf spécification contraire dans les normes individuelles, décharger avec un courant constant spécifié au Tableau 3.
- d) Enregistrer les tensions variant dans le temps aux bornes du condensateur à l'aide d'un enregistreur de tension.
- e) Tracer une ligne secondaire pour prolonger la partie droite des tensions variant dans le temps aux bornes du condensateur (tensions obtenues à l'aide de l'enregistreur de tension). Noter la chute de tension ΔU_3 obtenue à l'intersection entre la ligne secondaire et la base de temps au début de la décharge, comme cela est représenté à la Figure 5. Calculer alors la résistance interne R_d en utilisant la formule suivante:

$$R_d = \frac{\Delta U_3}{I}$$

où

R_d est la résistance à courant continu interne (Ω);

ΔU_3 est la chute de tension (V);

I est le courant de décharge (A).

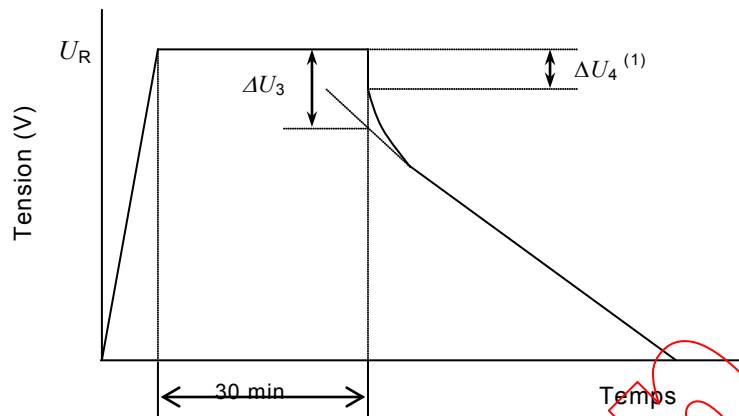
- f) Le courant de décharge I doit être conforme au Tableau 3. La classification des méthodes doit être conforme aux normes individuelles.

Tableau 3 – Courant de décharge

Classification	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
I (mA)	$10 \times C$	$4 \times CU_R$	$40 \times CU_R$	$400 \times CU_R$
NOTE C est la capacité assignée en F (Farad), et U_R est la tension assignée en V (Volt).				

NOTE Le courant de décharge I doit être réglé comme suit:

- a) Si ΔU_3 dépasse 20 % ($0,20 \times U_R$) de la tension de charge, la valeur du courant peut être réduite de 50 %, 20 % ou 10 %.
- b) Un courant de décharge inférieur ou égal à 10 A doit être indiqué avec un chiffre significatif. Il convient d'arrondir le deuxième chiffre de la valeur calculée.
- c) Un courant de décharge supérieur à 10 A doit être indiqué avec deux chiffres significatifs. Il convient d'arrondir le troisième chiffre de la valeur calculée.



(1) La chute de tension n'indique pas la chute instantanée de la tension ΔU_4 au début de la décharge, mais la chute de la tension ΔU_3 obtenue par rapport à l'intersection entre la ligne auxiliaire qui s'étend depuis la partie droite et la base de temps au début de la décharge.

Figure 5 – Caractéristique de la tension aux bornes d'un condensateur

4.6.2.2 La spécification applicable doit prescrire:

- a) une classification des méthodes;
- b) une tension appliquée différente de la tension assignée;
- c) un temps de charge différent de 30 min;
- d) une valeur de courant de décharge autre que celle du Tableau 3.

4.7 Courant de fuite

4.7.1 Méthode de mesure

- a) **Durée de décharge**
Avant d'effectuer cette mesure, les condensateurs doivent être complètement déchargés. La procédure de décharge doit durer entre 1 h et 24 h et doit être spécifiée dans la spécification applicable.
- b) Le courant de fuite doit être mesuré, sauf indication contraire dans la spécification applicable, sous la tension continue (U_R) appropriée à la température de l'essai. La durée d'électrisation après un temps de charge maximal de 30 min nécessaire pour atteindre 95 % de la tension appliquée doit être sélectionnée parmi 30 min, 1 h, 2 h, 4 h, 8 h, 12 h, 24 h ou 48 h et doit être spécifiée dans la spécification applicable.
- c) Une source d'alimentation stable telle qu'une alimentation stabilisée doit être utilisée.
- d) Sauf indication contraire dans la spécification applicable, appliquer la tension à un condensateur par une résistance de protection de 1 000 Ω ou moins.

4.7.2 La spécification applicable doit prescrire:

- a) la limite du courant de fuite à la température de référence de 20 °C, et à d'autres températures spécifiées;
- b) si nécessaire, le facteur de correction, lorsque les mesures sont effectuées à une température située dans la gamme des températures correspondant aux conditions atmosphériques normales d'essai, mais différente de 20 °C;
- c) la durée d'électrisation;
- d) une valeur de la résistance de protection différente de 1 000 Ω .

4.8 Auto-décharge

4.8.1 Méthode de mesure (voir Figure 6)

- Avant d'effectuer cette mesure, les condensateurs doivent être complètement déchargés. La procédure de décharge doit durer entre 1 h et 24 h et doit être indiquée dans la spécification applicable.
- Appliquer la tension assignée U_R directement aux bornes du condensateur, sans résistance de protection. Sauf indication contraire dans les spécifications applicables, la durée de charge doit être 8 h. Cette durée inclut un temps de charge maximal de 30 min nécessaire pour atteindre 95 % de la tension appliquée.
- Déconnecter les bornes du condensateur de la source de tension. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, le condensateur doit rester dans des conditions normalisées pendant 16 h ou 24 h.
- La résistance interne du voltmètre pour courant continu utilisé doit être supérieure ou égale à 1 M Ω .

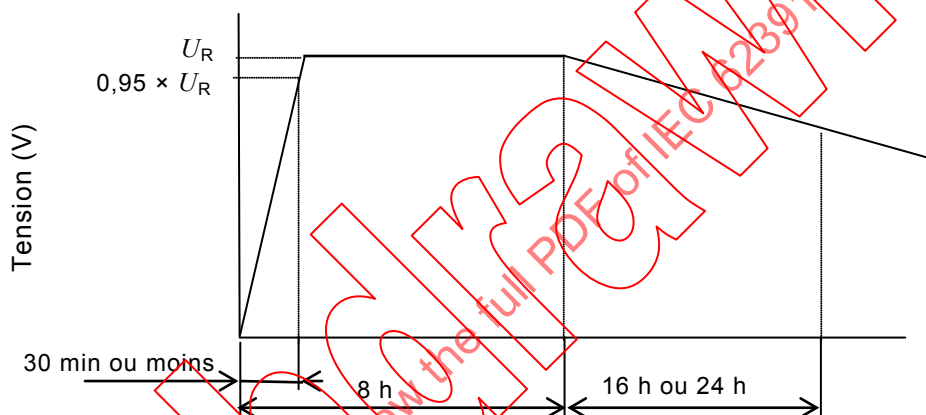


Figure 6 – Schéma d'essai de l'auto-décharge

4.8.2 La spécification applicable doit prescrire:

- la durée de décharge;
- une tension appliquée différente de la tension assignée;
- un temps de charge différent de 8 h;
- la période de temps entre l'instant où le condensateur est déconnecté de la tension de charge et la mesure.

4.9 Robustesse des sorties

Les condensateurs doivent être soumis aux essais U_{a1} , U_b , U_c et U_d de la CEI 60068-2-21, selon le cas.

4.9.1 Essai U_{a1} – Essai en traction

La force appliquée doit être:

- pour les sorties autres que des fils: 20 N;
- pour les fils de sortie, voir Tableau 4.

Tableau 4 – Force de traction

Section nominale (<i>S</i>) (voir note) mm ²	Diamètre correspondant (<i>d</i>) 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
$0,1 < S \leq 0,2$	$0,35 < d \leq 0,5$	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 section nominale est égale à la valeur calculée d'après la ou les dimensions nominales données dans la spécification applicable. Pour les fils à âme divisée, la section nominale est obtenue en prenant la somme des sections des différents brins du conducteur spécifié dans la spécification applicable.

4.9.2 Essai Ub – Pliage (sur la moitié des sorties)

Méthode 1: deux pliages doivent être successivement effectués dans chaque direction. Cet essai ne doit pas être appliqué si, dans la spécification particulière, les bornes sont décrites comme étant des bornes rigides.

4.9.3 Essai Uc – 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.

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

Tableau 5 – Couple

Diamètre nominal de filetage mm		2,6	3	3,5	4	5	6	8
Couple Nm	Sévérité 1	0,4	0,5	0,8	1,2	2,0	2,5	5
	Sévérité 2	0,2	0,25	0,4	0,6	1,0	1,25	2,5

4.9.5 Examen visuel

Après chacun de ces essais, les condensateurs doivent être examinés visuellement. Aucun dommage visible ne doit être constaté.

4.10 Résistance à la chaleur de brasage

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

Les condensateurs doivent être mesurés comme cela est prescrit de la spécification applicable.