

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 384-2

Première édition — First edition

1975

Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques

Deuxième partie : Spécification intermédiaire :

**Condensateurs fixes à diélectrique en film de polytéréphtalate d'éthylène métallisé pour courant continu
Choix des méthodes d'essai et règles générales**

Fixed capacitors for use in electronic equipment

Part 2: Sectional specification:

**Fixed metallized polyethylene-terephthalate film dielectric capacitors for direct current
Selection of methods of test and general requirements**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. L'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

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

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

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 384-2

Première édition — First edition

1975

Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques

Deuxième partie : Spécification intermédiaire :

**Condensateurs fixes à diélectrique en film de polytéréphtalate d'éthylène métallisé pour courant continu
Choix des méthodes d'essai et règles générales**

Fixed capacitors for use in electronic equipment

Part 2: Sectional specification :

**Fixed metallized polyethylene-terephthalate film dielectric capacitors for direct current
Selection of methods of test and general requirements**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève. Suisse

SOMMAIRE

| | Pages |
|---|-------|
| PRÉAMBULE | 4 |
| PRÉFACE | 4 |
| SECTION UN — GÉNÉRALITÉS | |
| Articles | |
| 1. Domaine d'application | 6 |
| 2. Objet | 6 |
| 3. Documents de référence | 6 |
| 4. Terminologie | 6 |
| 5. Catégories climatiques préférentielles | 8 |
| 6. Capacité nominale | 8 |
| 7. Tolérances sur la capacité nominale | 8 |
| 8. Tension nominale | 8 |
| 9. Tension de catégorie | 8 |
| 10. Température nominale | 8 |
| 11. Marquage | 10 |
| SECTION DEUX — RÈGLES GÉNÉRALES POUR LES MÉTHODES D'ESSAI ET DE MESURE | |
| 12. Essais de type | 10 |
| 13. Programme des essais de type | 12 |
| 14. Conditions d'essai | 12 |
| 15. Examen visuel et vérification des dimensions | 14 |
| 16. Essais électriques | 14 |
| 16.1 Tension de tenue (rigidité diélectrique) | 14 |
| 16.2 Capacité | 14 |
| 16.3 Tangente de l'angle de pertes ($\text{tg } \delta$) | 14 |
| 16.4 Résistance d'isolement | 16 |
| 17. Robustesse des sorties | 18 |
| 18. Soudure | 18 |
| 19. Variations rapides de température | 20 |
| 20. Vibrations | 20 |
| 21. Secousses | 22 |
| 22. Séquence climatique | 22 |
| 23. Essai continu de chaleur humide | 28 |
| 24. Endurance | 28 |
| 25. Charge et décharge | 30 |
| 26. Corrosion | 32 |
| 27. Tableau d'essai pour le contrôle de la conformité de la qualité | 32 |
| ANNEXE A — Exemple de circuit convenant à l'essai de charge et décharge | 35 |

CONTENTS

| | Page |
|--|------|
| FOREWORD | 5 |
| PREFACE | 5 |
| SECTION ONE — GENERAL | |
| Clause | |
| 1. Scope | 7 |
| 2. Object | 7 |
| 3. Related documents | 7 |
| 4. Terminology | 7 |
| 5. Preferred climatic categories | 9 |
| 6. Rated capacitance | 9 |
| 7. Tolerance on rated capacitance | 9 |
| 8. Rated voltage | 9 |
| 9. Category voltage | 9 |
| 10. Rated temperature | 9 |
| 11. Marking | 11 |
| SECTION TWO — REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS | |
| 12. Type tests | 11 |
| 13. Schedule for type tests | 13 |
| 14. Conditions for testing | 13 |
| 15. Visual inspection and check of dimensions | 15 |
| 16. Electrical tests | 15 |
| 16.1 Voltage proof | 15 |
| 16.2 Capacitance | 15 |
| 16.3 Tangent of loss angle ($\tan \delta$) | 15 |
| 16.4 Insulation resistance | 17 |
| 17. Robustness of terminations | 19 |
| 18. Soldering | 19 |
| 19. Rapid change of temperature | 21 |
| 20. Vibration | 21 |
| 21. Bumping | 23 |
| 22. Climatic sequence | 23 |
| 23. Damp heat, steady state | 29 |
| 24. Endurance | 29 |
| 25. Charge and discharge | 31 |
| 26. Corrosion | 33 |
| 27. Schedule of tests for quality conformance inspection | 33 |
| APPENDIX A — Example of a suitable circuit for the charge and discharge test | 35 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS FIXES
UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES**

Deuxième partie : Spécification intermédiaire :

**Condensateurs fixes à diélectrique en film de polytéréphtalate
d'éthylène métallisé pour courant continu**

Choix des méthodes d'essai et règles générales

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Comité d'Etudes N° 40 de la CEI: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Prague en 1967, à Paris en 1969 et à Washington en 1970. A la suite de cette dernière réunion, un projet révisé, document 40(Bureau Central)259, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1971.

Des modifications, document 40(Bureau Central)315, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en août 1973.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

| | |
|-----------------------|-------------|
| Allemagne | Norvège |
| Australie | Pays-Bas |
| Belgique | Roumanie |
| Danemark | Royaume-Uni |
| Espagne | Suisse |
| Etats-Unis d'Amérique | Turquie |
| Hongrie | Yougoslavie |
| Italie | |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIXED CAPACITORS
FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT**

Part 2: Sectional specification:

**Fixed metallized polyethylene-terephthalate film dielectric
capacitors for direct current**

Selection of methods of test and general requirements

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This publication has been prepared by IEC Technical Committee No. 40, Capacitors and Resistors for Electronic Equipment.

Drafts were discussed at meetings held in Prague in 1967, in Paris in 1969, and in Washington in 1970. As a result of the latter meeting, a revised draft, document 40(Central Office)259, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1971.

A number of amendments, document 40(Central Office)315, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in August 1973.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

| | |
|-------------|--------------------------|
| Australia | Romania |
| Belgium | Spain |
| Denmark | Switzerland |
| Germany | Turkey |
| Hungary | United Kingdom |
| Italy | United States of America |
| Netherlands | Yugoslavia |
| Norway | |

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES

Deuxième partie : Spécification intermédiaire :

Condensateurs fixes à diélectrique en film de polytéréphtalate d'éthylène métallisé pour courant continu

Choix des méthodes d'essai et règles générales

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux condensateurs fixes pour courant continu à électrodes métallisées et à diélectrique en polytéréphtalate d'éthylène. Ces condensateurs peuvent avoir des propriétés autocalorisantes dépendant des conditions d'utilisation.

Ils sont principalement destinés à être utilisés dans les applications où la composante de tension alternative est faible par rapport à la tension nominale. Cette norme couvre deux classes de condensateurs.

Les condensateurs pour antiparasitage ne sont pas inclus dans la présente norme; ils sont couverts par la Publication 161 de la CEI: Condensateurs d'antiparasitage.

2. Objet

L'objet de cette norme est de prescrire des valeurs normales et des caractéristiques, de choisir, dans la Publication 384-1 de la CEI: Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques, Première partie: Terminologie et méthodes d'essai, les méthodes d'essai appropriées et de fixer les exigences générales pour ces condensateurs.

3. Documents de référence

La présente norme doit être utilisée conjointement avec d'autres publications de la CEI, telles que:

Publication 62: Codes pour le marquage des résistances et des condensateurs.

Publication 63: Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs.

Publication 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.

Publication 384-1: Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques, Première partie: Terminologie et méthodes d'essai.

4. Terminologie

En complément aux termes et définitions appropriés figurant dans la Publication 384-1 de la CEI, les définitions suivantes sont applicables:

4.1 Condensateurs de classe I

Condensateurs destinés à des usages nécessitant une longue durée de vie et de sévères prescriptions pour les caractéristiques électriques.

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT

Part 2 : Sectional specification :

Fixed metallized polyethylene-terephthalate film dielectric capacitors for direct current

Selection of methods of test and general requirements

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This standard relates to fixed capacitors for direct current, with metallized electrodes and polyethylene-terephthalate dielectric. These capacitors may have “self-healing properties” depending on conditions of use.

They are primarily intended for applications where the a.c. component is small with respect to the rated voltage. Two grades of capacitors are covered by this standard.

Capacitors for radio interference suppression are not included, but are covered by IEC Publication 161, Capacitors for Radio Interference Suppression.

2. Object

The object of this standard is to prescribe standard ratings and characteristics and to select, from IEC Publication 384-1, Fixed Capacitors for Use in Electronic Equipment. Part 1: Terminology and Methods of Test, the appropriate methods of test and to give general performance requirements for this type of capacitor.

3. Related documents

This standard shall be used in conjunction with other IEC publications, such as:

Publication 62: Marking Codes for Resistors and Capacitors.

Publication 63: Preferred Number Series for Resistors and Capacitors.

Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures.

Publication 384-1: Fixed Capacitors for Use in Electronic Equipment. Part 1: Terminology and Methods of Test.

4. Terminology

In addition to the applicable terms and definitions of IEC Publication 384-1, the following definitions apply:

4.1 *Grade I capacitors*

Capacitors for long life application with stringent requirements for the electrical parameters.

4.2 Condensateurs de classe II

Condensateurs destinés à l'usage général pour lequel les prescriptions exigées pour les condensateurs de classe I ne sont pas nécessaires.

4.3 Tension nominale

La tension nominale est la tension continue maximale qui peut être appliquée en permanence aux bornes d'un condensateur, à la température de 85 °C.

Note. — La somme de la tension continue et de la valeur de crête de la tension alternative, appliquées au condensateur, ne doit pas être supérieure à la tension nominale. La valeur de crête de la tension alternative ne doit pas dépasser, pour les fréquences indiquées, les valeurs suivantes, en pourcentage, de la tension nominale, et ne doit pas être supérieure à 280 V :

| | |
|------------|------|
| 50 Hz: | 20 % |
| 100 Hz: | 15 % |
| 1 000 Hz: | 3 % |
| 10 000 Hz: | 1 % |

sauf prescription contraire dans la spécification particulière.

5. Catégories climatiques préférentielles

Température minimale de catégorie: de -55 °C à -25 °C .

Température maximale de catégorie: de $+85\text{ °C}$ à $+125\text{ °C}$.

Chaleur humide, essai continu: de 4 à 56 jours.

Note. — Un vieillissement accéléré doit être envisagé lors d'un fonctionnement permanent à 125 °C au-delà de la durée de l'essai d'endurance (voir spécification particulière).

6. Capacité nominale (C_R)

Les valeurs normales de la capacité nominale sont les suivantes: 1, 1,5, 2,2, 3,3, 4,7 et 6,8 et leurs multiples décimaux.

Ces valeurs sont conformes à la série E6 des valeurs recommandées dans la Publication 63 de la CEI.

Si d'autres valeurs sont nécessaires, elles doivent être choisies dans la série E12.

7. Tolérances sur la capacité nominale

Les tolérances normales sur la capacité nominale sont: $\pm 10\%$ et $\pm 20\%$.

8. Tension nominale (U_R)

Les valeurs normales de la tension nominale sont: 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1 000, 1 600 V.

Ces valeurs sont conformes à la série de base des nombres normaux R5 donnés dans la Recommandation ISO/R3.

9. Tension de catégorie (U_C)

La tension de catégorie est:

0,75 U_R pour une température maximale de catégorie de 100 °C;

0,50 U_R pour une température maximale de catégorie de 125 °C.

10. Température nominale

La valeur normale de la température nominale est 85 °C.

4.2 Grade II capacitors

Capacitors for normal application where the stringent requirements for Grade I capacitors are not necessary.

4.3 Rated voltage

The rated voltage is the maximum d.c. voltage which may be applied continuously to the terminals of a capacitor at a temperature of 85 °C.

Note. — The sum of the d.c. voltage and the peak a.c. voltage applied to the capacitor shall not exceed the rated voltage. The value of the peak a.c. voltage shall not exceed the following percentages of the rated voltage at the frequencies stated, and shall not be greater than 280 V:

| | |
|------------|-----|
| 50 Hz: | 20% |
| 100 Hz: | 15% |
| 1 000 Hz: | 3% |
| 10 000 Hz: | 1% |

unless otherwise specified in the detail specification.

5. Preferred climatic categories

Lower category temperature: -55 °C to -25 °C .

Upper category temperature: $+85\text{ °C}$ to $+125\text{ °C}$.

Damp heat, steady state: 4 to 56 days.

Note. — With continuous operation at 125 °C in excess of the endurance test time, accelerated ageing has to be considered (see detail specification).

6. Rated capacitance (C_R)

Standard values of rated capacitance are: 1, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7 and 6.8 and their decimal multiples.

These values conform to the E6 series of preferred numbers given in IEC Publication 63.

If other values are required, they shall be chosen from the E12 series.

7. Tolerance on rated capacitance

The standard tolerances on rated capacitance are $\pm 10\%$ and $\pm 20\%$.

8. Rated voltage (U_R)

The standard values of rated voltage are: 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1 000, 1 600 V.

The values conform to the basic series of preferred numbers R5 given in ISO Recommendation R3.

9. Category voltage (U_C)

The category voltage is:

$0.75 U_R$ for upper category temperature 100 °C ;

$0.50 U_R$ for upper category temperature 125 °C .

10. Rated temperature

The standard value of rated temperature is 85 °C .

11. Marquage

11.1 Le marquage des indications suivantes, dans l'ordre d'importance indiqué ci-après, est requis :

- a) capacité nominale (peut être indiquée suivant le code donné dans la Publication 62 de la CEE);
- b) tension nominale (la tension continue peut être indiquée par le symbole: \equiv ou —);
- c) tolérance sur la capacité nominale (peut être indiquée suivant le code donné dans la Publication 62 de la CEE);
- d) tension de catégorie;
- e) année et mois (ou semaine) de fabrication (peuvent être indiqués sous forme codifiée en utilisant l'un des codes donnés dans la Publication 62 de la CEE);
- f) nom du fabricant ou marque de fabrique;
- g) catégorie climatique;
- h) désignation de type du fabricant;
- i) référence à la présente norme et/ou à la spécification nationale applicable au condensateur.

11.2 Le condensateur doit porter lisiblement les informations des points a), b) et c) ci-dessus, et le plus grand nombre d'autres informations considérées comme utiles.

11.3 L'emballage du ou des condensateur(s) doit porter lisiblement toutes les informations énumérées au paragraphe 11.1.

11.4 Tout marquage supplémentaire doit être effectué de telle sorte qu'il ne puisse y avoir aucune confusion.

SECTION DEUX — RÈGLES GÉNÉRALES POUR LES MÉTHODES D'ESSAI ET DE MESURE

12. Essais de type

12.1 Cette norme ne s'applique qu'à la procédure relative aux essais de type.

L'échantillon doit être représentatif de la gamme des valeurs correspondant au type considéré (voir la note).

Le nombre approprié de pièces à essayer fera l'objet d'un accord entre utilisateur et fournisseur.

Tout groupe ou sous-groupe de pièces soumis à une série d'essais doit comprendre au moins cinq pièces de même valeur, caractéristiques nominales et type.

Les essais et parties d'essai doivent être effectués dans l'ordre de leur énumération.

Cette norme ne fixe pas le nombre de défauts admissibles; ceci est en effet considéré comme une prérogative de l'autorité accordant l'homologation de type.

Note. — Une partie d'une gamme complète ou des valeurs isolées prévues dans cette norme, peuvent être soumises aux essais en vue d'obtenir une homologation partielle.

12.2 Ces essais peuvent être, en totalité ou en partie, répétés de temps en temps sur des échantillons prélevés dans la fabrication courante afin de s'assurer que la qualité du composant répond toujours aux exigences de la spécification.

Des défauts mis en évidence au cours de ces derniers essais peuvent révéler des défauts de conception qui n'étaient pas apparus lors des essais originaux ou simplement des défauts de fabrication que l'on devra corriger.

12.3 Tout condensateur qui a subi les essais de type ou certains d'entre eux qui peuvent être considérés comme destructifs ne doit en aucun cas être utilisé sur un appareil ni reversé aux stocks.

11. Marking

11.1 The following marking information, in the order of importance given below, is required:

- a) rated capacitance (may be indicated by the code given in IEC Publication 62);
- b) rated voltage (d.c. voltage may be indicated by the symbol \equiv or —);
- c) tolerance on rated capacitance (may be indicated by the code given in IEC Publication 62);
- d) category voltage;
- e) year and month (or week) of manufacture (may be indicated by one of the codes given in IEC Publication 62);
- f) manufacturer's name or trade mark;
- g) climatic category;
- h) manufacturer's type designation;
- i) reference to this standard and or to the national specification appropriate to the capacitor.

11.2 The capacitor shall be clearly marked according to the requirements of items a), b) and c) above, and with as many as possible of the remaining items as is considered useful.

11.3 The package containing the capacitor(s) shall be clearly marked with all the information listed in Sub-clause 11.1

11.4 Any additional marking shall be so applied that no misunderstanding can arise.

SECTION TWO — REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS

12. Type tests

12.1 This standard covers procedures for type tests only.

The sample shall be representative of the range of values of the type under consideration (see Note).

The appropriate number of specimens to be tested shall be agreed upon between user and supplier.

Any part or sub-part of a sample subjected to a series of tests shall contain a minimum of five specimens of a particular value, rating and type.

Tests and parts of tests shall be applied in the order as given.

This standard does not specify the number of permissible failures; this is considered to be the prerogative of the authority giving type approval.

Note. — Part of a full range, or individual values, shown in this standard may be submitted to these tests in order to gain a limited approval.

12.2 Some or all of these tests may be repeated from time to time on samples drawn from current production to confirm that the quality of the product still corresponds to the requirements of the specification.

Failure in the latter tests may show defects in design not apparent in the original tests or may merely indicate defects in production which need to be corrected.

12.3 Any capacitor that has been subjected to the type tests or any part of them which may be considered destructive shall not be used in equipment or returned to bulk supply.

13. Programme des essais de type

13.1 Tous les condensateurs sont soumis aux essais suivants, dans l'ordre indiqué ci-après :

| Essai | Articles et paragraphes |
|--|-------------------------|
| Examen visuel | 15 |
| Tension de tenue (rigidité diélectrique) | 16.1 |
| Capacité | 16.2 |
| Tangente de l'angle de pertes | 16.3 |
| Résistance d'isolement | 16.4 |

13.2 L'échantillon doit alors être divisé en quatre groupes.

Dans chaque groupe, tous les condensateurs doivent subir, dans l'ordre de leur énumération, les essais indiqués dans le tableau ci-après.

| Essai | Publication 68 de la C E I | Catégorie et indices d'essai | | Articles et paragraphes | Articles et paragraphes de la Publication 384-1 de la C E I |
|--|----------------------------|------------------------------|--------|-------------------------|---|
| | | —/—/56 | —/—/04 | | |
| <i>Premier groupe</i> | | | | | |
| Robustesse des sorties | U Tb | x | x | 17 | 16 |
| Soudure (résistance à la chaleur) | | x | x | 18.1 | 17 |
| Soudabilité | Ta Na Fc Eb | x | x | 18.2 | 17 |
| Variations rapides de température | | x | — | 19 | 18 |
| Vibrations | | x | x | 20 | 19 |
| Secousses | | x | — | 21 | 20 |
| <i>Deuxième groupe</i> | | | | | |
| Essai continu de chaleur humide | | | | | |
| Séquence climatique (tous les spécimens du groupe) | | | | 22 | 22 |
| Chaleur sèche | Ba | x | x | 22.2 | 22.2 |
| Chaleur humide, essai accéléré, premier cycle | D | x | — | 22.3 | 22.3 |
| Froid | Aa | x | x | 22.4 | 22.4 |
| Basse pression atmosphérique (si applicable) | M | x | — | 22.5 | 22.5 |
| Chaleur humide, essai accéléré, cycles restants | D | x | — | 22.6 | 22.6 |
| <i>Troisième groupe</i> | | | | | |
| Endurance | | | | | |
| | | x | x | 24 | 24 |
| <i>Quatrième groupe</i> | | | | | |
| Charge et décharge | | | | | |
| | | x | x | 25 | 30 |
| Corrosion (si applicable) | | | | | |
| | | x | x | 26 | — |

Note. — La lettre « x » dans le tableau ci-dessus indique que l'essai sera effectué. Un tiret (—) signifie que l'essai n'est pas applicable.

14. Conditions d'essai

Voir l'article 5 de la Publication 384-1 de la C E I.

13. Schedule for type tests

13.1 All the capacitors shall be subjected to the following tests in the order stated:

| Test | Clause and sub-clauses |
|-----------------------|------------------------|
| Visual inspection | 15 |
| Voltage proof | 16.1 |
| Capacitance | 16.2 |
| Tangent of loss angle | 16.3 |
| Insulation resistance | 16.4 |

13.2 The sample shall then be divided into four parts.

All capacitors in each part shall be subjected to the following tests in the order stated:

| Test | I E C Publication 68 | Category and test indices | | Clauses and sub-clauses | Clauses and sub-clauses of I E C Publication 384-1 |
|--|----------------------|---------------------------|--------|-------------------------|--|
| | | —/—/56—/—/04 | —/—/21 | | |
| <i>First part</i> | | | | | |
| Robustness of terminations | U Tb | x | x | 17 | 16 |
| Resistance to soldering heat | | x | x | 18.1 | 17 |
| Solderability | Ta Na Fc Eb | x | x | 18.2 | 17 |
| Rapid change of temperature | | x | — | 19 | 18 |
| Vibration | | x | x | 20 | 19 |
| Bumping | | x | — | 21 | 20 |
| <i>Climatic sequence (all specimens of the part)</i> | | | | | |
| Dry heat | Ba | x | x | 22 | 22 |
| Damp heat, accelerated, first cycle | D | x | — | 22.2 | 22.2 |
| Cold | Aa | x | x | 22.3 | 22.3 |
| Low air pressure (if applicable) | M | x | — | 22.4 | 22.4 |
| Damp heat, accelerated, remaining cycles | D | x | — | 22.5 | 22.5 |
| | | | | 22.6 | 22.6 |
| <i>Second part</i> | | | | | |
| Damp heat, steady state | Ca | x | x | 23 | 23 |
| <i>Third part</i> | | | | | |
| Endurance | | x | x | 24 | 24 |
| <i>Fourth part</i> | | | | | |
| Charge and discharge | | x | x | 25 | 30 |
| Corrosion (if applicable) | | x | x | 26 | — |

Note. — The letter “x” in the above table indicates that the test shall be carried out. A dash (—) indicates that no test is to be made.

14. Conditions for testing

See Clause 5 of I E C Publication 384-1.

15. Examen visuel et vérification des dimensions

Voir l'article 7 de la Publication 384-1 de la C E I.

16. Essais électriques

16.1 Tension de tenue (rigidité diélectrique)

Voir l'article 9 de la Publication 384-1 de la C E I, avec les précisions suivantes :

16.1.1 Circuit d'essai

Supprimer le condensateur C_1 .

Le produit de R_1 par la capacité nominale C_x doit être inférieur ou égal à 1 s et supérieur à 0,01 s.

R_1 comprend la résistance interne de la source de tension.

R_2 doit limiter le courant de décharge à une valeur inférieure ou égale à 1 A.

16.2.1 Les tensions suivantes doivent être appliquées pendant 1 min entre les points de mesure du tableau I du paragraphe 8.2 de la Publication 384-1 de la C E I.

| Point d'application | Tension d'essai |
|---------------------|---|
| 1a) | Classe I: $1,6 U_R$ Classe II: $1,4 U_R$ |
| 1b), 1c) et 1d) | $2 U_R$ avec un minimum de 200 V |

Note. — L'apparition de perforations autocatrisantes durant l'application de la tension d'essai est admise.

16.2 Capacité

Voir l'article 10 de la Publication 384-1 de la C E I, avec les précisions suivantes :

16.2.1 La mesure de la capacité doit se faire à 1 000 Hz ou le résultat de cette mesure être ramené à une fréquence de 1 000 Hz. Pour les condensateurs de capacité nominale supérieure à 1 μ F, les fréquences de 50 Hz à 120 Hz peuvent être utilisées.

La valeur de crête de la tension appliquée ne doit pas dépasser à 1 000 Hz 3 % de la tension nominale, et de 50 Hz à 120 Hz 20 % de la tension nominale avec un maximum de 100 V (70 V valeur efficace).

16.2.2 La capacité doit correspondre à la capacité nominale, compte tenu de la tolérance spécifiée.

16.3 Tangente de l'angle de pertes ($\text{tg } \delta$)

Voir l'article 11 de la Publication 384-1 de la C E I avec les précisions suivantes :

16.3.1 Conditions de mesure

La tangente de l'angle de pertes $\text{tg } \delta$, doit être mesurée dans les conditions suivantes et sa valeur doit être notée (à titre de référence) :

- fréquence: 1 000 Hz;
- crête de tension: $\leq 3\%$ de la tension nominale;
- erreur de mesure: $\leq 10 \times 10^{-4}$ (en valeur absolue).

15. **Visual inspection and check of dimensions**

See Clause 7 of I E C Publication 384-1.

16. **Electrical tests**

16.1 *Voltage proof*

See Clause 9 of I E C Publication 384-1, with the following additions:

16.1.1 *Test circuit*

Delete the capacitor C_1 .

The product of R_1 and the rated capacitance C_x shall be smaller than or equal to 1 s and greater than 0.01 s.

R_1 includes the internal resistance of the power supply.

R_2 shall limit the discharge current to a value equal to or less than 1 A.

16.1.2 The following voltages shall be applied for a period of 1 min between the measuring points of Table I in Sub-clause 8.2 of I E C Publication 384-1.

| Test point | Test voltage |
|------------------|---|
| 1a) | Grade I: $1.6 U_R$ Grade II: $1.4 U_R$ |
| 1b), 1c) and 1d) | $2 U_R$ with a minimum of 200 V |

Note. — The occurrence of self-healing breakdowns during the application of the test voltages is allowed.

16.2 *Capacitance*

See Clause 10 of I E C Publication 384-1, with the following additions:

16.2.1 The capacitance shall be measured at, or corrected to, a frequency of 1 000 Hz. For rated capacitance values $> 1 \mu\text{F}$, 50 Hz to 120 Hz may be used.

The applied peak voltage at 1 000 Hz shall not exceed 3% of the rated voltage, and the applied peak voltage at 50 Hz to 120 Hz shall not exceed 20% of the rated voltage with a maximum of 100 V (70 V r.m.s.).

16.2.2 The capacitance shall be within the specified tolerance.

16.3 *Tangent of loss angle ($\tan \delta$)*

See Clause 11 of I E C Publication 384-1, with the following additions:

16.3.1 *Measuring conditions*

Tan δ shall be measured as follows and the value shall be noted (for reference purpose):

- frequency: 1 000 Hz;
- peak voltage: $\leq 3\%$ of the rated voltage;
- inaccuracy: $\leq 10 \times 10^{-4}$ (absolute value).

16.3.2 Exigence

La tangente de l'angle de pertes $\text{tg } \delta$, ne doit pas être supérieure à la valeur appropriée du tableau suivant :

| Capacité nominale μF | $\text{tg } \delta$ (valeur absolue) | |
|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| | Condensateurs de classe I | Condensateurs de classe II |
| ≤ 1 | 0,008 | 0,01 |
| > 1 | 0,01 | 0,01 |

16.4 Résistance d'isolement

Voir l'article 8 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes :

16.4.1 Avant la mesure, le condensateur doit être entièrement déchargé. Le produit de la résistance du circuit de décharge par la capacité nominale du condensateur à l'essai doit être supérieur ou égal à 0,01 s ou à toute autre valeur éventuellement prescrite dans la spécification particulière.

16.4.2 La tension de mesure doit être conforme aux prescriptions du paragraphe 8.2 de la Publication 384-1 de la CEI.

Cette tension doit être appliquée immédiatement à sa valeur exacte à travers la résistance interne de la source de tension.

Le produit de la résistance interne par la capacité nominale du condensateur doit être inférieur à 1 s ou à toute autre valeur éventuellement prescrite dans la spécification particulière.

La résistance d'isolement doit satisfaire aux exigences du tableau suivant :

| Produit RC minimal (R = résistance d'isolement entre les sorties) (C = capacité nominale) (s) | Résistance d'isolement minimale entre les sorties ($M\Omega$) | Résistance d'isolement minimale entre les sorties et le boîtier ($M\Omega$) | | |
|--|--|--|----------------|--------|
| Points de mesure selon le tableau I, paragraphe 8.2, de la Publication 384-1 de la CEI : | | | | |
| 1a) | 1a) | 1b) | 1c) | 1d) |
| Capacité nominale: $> 0,33 \mu\text{F}$ | $\leq 0,33 \mu\text{F}$ | | | |
| Tension nominale: $> 100 \text{ V}$ $\leq 100 \text{ V}$ | $> 100 \text{ V}$ $\leq 100 \text{ V}$ | | | |
| Classe: I II I II I II I II | | | | |
| 10 000 2 500 | 5 000 1 250 | 30 000 7 500 | 15 000 3 750 | 30 000 |

16.3.2 Requirement

Tan δ shall not exceed the applicable value in the following table:

| Rated capacitance μF | tan δ (absolute value) | |
|------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| | Grade I capacitors | Grade II capacitors |
| ≤ 1 | 0.008 | 0.01 |
| > 1 | 0.01 | 0.01 |

16.4 Insulation resistance

See Clause 8 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

16.4.1 Before the measurement, the capacitor shall be fully discharged. The product of the resistance of the discharge circuit and the rated capacitance of the capacitor under test shall be ≥ 0.01 s or any other value prescribed in the detail specification.

16.4.2 The measuring voltage shall be in accordance with Sub-clause 8.2 of IEC Publication 384-1.

The voltage shall be applied immediately at the correct value through the internal resistance of the voltage source.

The product of the internal resistance and the rated capacitance of the capacitor shall be smaller than 1 s or any other value prescribed in the detail specification.

The insulation resistance shall meet the requirements in the following table:

| Minimum RC product (R = insulation resistance between the terminations) (C = rated capacitance) (s) | Minimum insulation resistance between the terminations (M Ω) | Minimum insulation resistance between terminations and case (M Ω) | | |
|--|---|--|----------------------|--------|
| Measuring points in accordance with Table I in Sub-clause 8.2 of IEC Publication 384-1: | | | | |
| 1a) | 1a) | 1b) | 1c) | 1d) |
| Rated capacitance: | | | | |
| $> 0.33 \mu\text{F}$ | $\leq 0.33 \mu\text{F}$ | | | |
| Rated voltage: | | | | |
| $> 100 \text{ V}$ | $\leq 100 \text{ V}$ | $> 100 \text{ V}$ | $\leq 100 \text{ V}$ | |
| Grade: | | | | |
| I | II | I | II | I |
| II | | I | II | II |
| 10 000 | 2 500 | 5 000 | 1 250 | 30 000 |
| | | | | 7 500 |
| | | | | 15 000 |
| | | | | 3 750 |
| | | | | 30 000 |

16.4.3 Lorsque l'essai n'est pas effectué à la température de 20 °C, le résultat de la mesure doit, s'il y a lieu, être ramené à 20 °C, en multipliant la valeur mesurée par le facteur de correction approprié. En cas de doute, la mesure à 20 °C est décisive. Les facteurs de correction suivants peuvent être considérés comme une moyenne :

| Température | Facteur de correction |
|-------------|-----------------------|
| 15 | 0,79 |
| 16 | 0,83 |
| 17 | 0,87 |
| 18 | 0,91 |
| 19 | 0,95 |
| 20 | 1,00 |
| 21 | 1,05 |
| 22 | 1,10 |
| 23 | 1,15 |
| 24 | 1,20 |
| 25 | 1,26 |
| 26 | 1,32 |
| 27 | 1,38 |
| 28 | 1,45 |
| 29 | 1,52 |
| 30 | 1,59 |
| 31 | 1,66 |
| 32 | 1,74 |
| 33 | 1,82 |
| 34 | 1,91 |
| 35 | 2,00 |

17. Robustesse des sorties

Voir l'article 16 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes :

17.1 Mesure initiale

Pour les condensateurs de capacité nominale inférieure ou égale à 1 μ F, la tangente de l'angle de pertes $\text{tg } \delta$ doit être mesurée selon les conditions de l'article 11 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes :

- fréquence: 10 000 Hz;
- tension efficace: 1 V maximum;
- erreur de mesure: $\leq 10 \times 10^{-4}$ (valeur absolue).

18. Soudure

Voir l'article 17 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes :

18.1 Résistance à la chaleur de soudure

18.1.1 Epreuve : pas de séchage préliminaire

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, l'essai Tb de la Publication 68-2-20A de la CEI doit être appliqué. La méthode 1A (pour les condensateurs pour circuit imprimé) ou la méthode 1B (pour les autres condensateurs) doit être appliquée selon les prescriptions de la spécification particulière.

16.4.3 When the test is carried out at a temperature other than 20 °C, the result shall, where necessary, be corrected to 20 °C by multiplying the result of the measurement by the appropriate correction factor. In case of doubt, measurement at 20 °C is decisive. The following correction factors can be considered as an average:

| Temperature | Correction factor |
|-------------|-------------------|
| 15 | 0.79 |
| 16 | 0.83 |
| 17 | 0.87 |
| 18 | 0.91 |
| 19 | 0.95 |
| 20 | 1.00 |
| 21 | 1.05 |
| 22 | 1.10 |
| 23 | 1.15 |
| 24 | 1.20 |
| 25 | 1.26 |
| 26 | 1.32 |
| 27 | 1.38 |
| 28 | 1.45 |
| 29 | 1.52 |
| 30 | 1.59 |
| 31 | 1.66 |
| 32 | 1.74 |
| 33 | 1.82 |
| 34 | 1.91 |
| 35 | 2.00 |

17. Robustness of terminations

See Clause 16 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

17.1 Initial measurement

For capacitors with rated capacitance $\leq 1 \mu\text{F}$, $\tan \delta$ shall be measured according to the conditions of Clause 11 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

- frequency: 10 000 Hz;
- voltage: 1 V r.m.s. maximum;
- inaccuracy: $\leq 10 \times 10^{-4}$ (absolute value).

18. Soldering

See Clause 17 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

18.1 Resistance to soldering heat

18.1.1 Conditions: no pre-drying

Unless otherwise prescribed in the relevant detail specification, test Tb of IEC Publication 68-2-20A shall be applied. Method 1A (for capacitors intended for printed wiring applications) or method 1B (for capacitors intended for other applications) shall be adopted as prescribed by the relevant detail specification.

18.1.2 Examen, mesures et exigences en fin d'essai

Les condensateurs doivent être examinés et mesurés; ils doivent répondre aux exigences suivantes :

| Examen ou mesure | | Méthode d'examen ou de mesure | Exigence |
|------------------|---|-------------------------------|---|
| Examen visuel | | Article 15 | Pas de dommage visible |
| Capacité | | Paragraphe 16.2 | La capacité ne doit pas avoir varié de plus de 2% par rapport à la capacité mesurée au paragraphe 13.1 |
| tg δ | Capacité nominale > 1 μ F $f = 1$ kHz | Paragraphe 16.3.1 | L'accroissement de tg δ par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 13.1 ne doit pas être supérieur à 0,002 pour les condensateurs de classe I et à 0,003 pour les condensateurs de classe II. |
| | Capacité nominale ≤ 1 μ F $f = 10$ kHz | Paragraphe 17.1 | L'accroissement de tg δ par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 17.1 ne doit pas être supérieur à 0,003 pour les condensateurs de classe I et à 0,005 pour les condensateurs de classe II |

18.2 Soudabilité des sorties

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, les condensateurs doivent être soumis aux conditions de l'essai T de la Publication 68-2-20 de la CEI en appliquant soit la méthode de la goutte de soudure, soit la méthode du bain de soudure avec les dérogations suivantes;

Les sorties par fils, prévues par le fabricant pour être utilisées avec les câblages imprimés, doivent être immergées jusqu'à un point distant de $2^{+0,5}$ mm du corps avec utilisation d'un écran thermique convenable qui simulera une carte de circuit imprimé.

Les exigences pour la méthode d'essai à la goutte doivent être prescrites dans la spécification particulière ou faire l'objet d'un accord entre fabricant et utilisateur.

Lorsque ni la méthode du bain de soudure ni la méthode de la goutte de soudure ne sont applicables, on doit utiliser la méthode du fer à souder avec un fer de forme A.

Exigence : Etamage correct des sorties.

19. Variations rapides de températures

Voir l'article 18 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes:

19.1 Mesure initiale

Pour les condensateurs de capacité nominale inférieure ou égale à 1 μ F, la tangente de l'angle de pertes tg δ doit être mesurée selon les conditions du paragraphe 17.1.

19.2 Nombre de cycles: 5

Durée d'exposition aux températures extrêmes: 30 min.

20. Vibrations

Voir l'article 19 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes:

20.1 Mesures initiales

Néant.

18.1.2 *Final inspection, measurements and requirements*

The capacitors shall be inspected and measured and shall meet the following requirements:

| Inspection or measurement | | Inspection or measuring method | Requirement |
|---------------------------|---|--------------------------------|--|
| Visual inspection | | Clause 15 | No visible damage |
| Capacitance | | Sub-clause 16.2 | The percentage difference between the capacitances measured finally and in Sub-clause 13.1 shall not exceed 2% |
| tan δ | Rated capacitance > 1 μF $f = 1 \text{ kHz}$ | Sub-clause 16.3.1 | The increase of tan δ with respect to tan δ measured in Sub-clause 13.1 shall not exceed 0.002 for Grade I capacitors, 0.003 for Grade II capacitors |
| | Rated capacitance $\leq 1 \mu\text{F}$ $f = 10 \text{ kHz}$ | Sub-clause 17.1 | The increase of tan δ with respect to tan δ measured in Sub-clause 17.1 shall not exceed 0.003 for Grade I capacitors, 0.005 for Grade II capacitors |

18.2 *Solderability*

Unless otherwise prescribed in the detail specification, the capacitors shall be subjected to the procedure of test T of IEC Publication 68-2-20, using either the solder globule method, or the solder bath method with the following deviations:

The wire terminations stated by the manufacturer to be suitable for use with printed wiring shall be immersed up to $2^{+0.5}_0$ mm from the body with a suitable heat shield which will simulate a printed wiring board.

The requirements for the globule test method shall be prescribed in the detail specification or shall be subject to agreement between manufacturer and user.

Where neither the solder bath nor the solder globule method is appropriate, the soldering iron test shall be used with soldering iron size A.

Requirement: Good tinning.

19. **Rapid change of temperature**

See Clause 18 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

19.1 *Initial measurement*

For capacitors with rated capacitance $\leq 1 \mu\text{F}$, tan δ shall be measured according to the conditions of Sub-clause 17.1.

19.2 *Number of cycles*: 5

Duration of exposure at the temperature limits: 30 min.

20. **Vibration**

See Clause 19 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

20.1 *Initial measurements*

None.

20.2 La méthode B4 et le degré de sévérité suivant de l'essai Fc sont appliqués : amplitude du déplacement 0,75 mm, ou de l'accélération 10 g, celle qui donne l'accélération la plus faible, dans l'une des gammes de fréquences suivantes : de 10 Hz à 55 Hz, de 10 Hz à 500 Hz, de 10 Hz à 2 000 Hz.

La spécification particulière doit préciser la gamme de fréquences à utiliser. Durée de l'essai : 6 h.

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

20.4 *Examen et exigences en fin d'essai*

Pas de dommage visible.

Lorsqu'un condensateur est essayé dans les conditions spécifiées au paragraphe 20.3, il ne doit se produire ni contact intermittent d'une durée supérieure ou égale à 0,5 ms, ni coupure du circuit, ni court-circuit.

21. **Secousses**

Voir l'article 20 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes :

21.1 *Mesures initiales*

Néant. La sévérité et la méthode de montage sont prescrites dans la spécification particulière.

21.2 *Examen, mesures et exigences en fin d'essai*

Les condensateurs doivent être examinés et mesurés ; ils doivent répondre aux exigences suivantes :

| Examen ou mesure | Méthode d'examen ou de mesure | Exigence |
|------------------------|---|---|
| Examen visuel | Article 15 | Pas de dommage visible |
| Capacité | Paragraphe 16.2 | La capacité ne doit pas avoir varié de plus de 5% par rapport à la capacité mesurée au paragraphe 13.1 |
| tg δ | Capacité nominale $> 1 \mu\text{F}$ $f = 1 \text{ kHz}$ | Paragraphe 16.3.1 L'accroissement de tg δ par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 13.1 ne doit pas être supérieur à 0,002 pour les condensateurs de classe I et à 0,003 pour les condensateurs de classe II |
| | Capacité nominale $\leq 1 \mu\text{F}$ $f = 10 \text{ kHz}$ | Paragraphe 17.1 L'accroissement de tg δ par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 19.1 ne doit pas être supérieur à 0,003 pour les condensateurs de classe I et à 0,005 pour les condensateurs de classe II |
| Résistance d'isolement | Paragraphe 16.4 | Comme au paragraphe 16.4 |

22. **Séquence climatique**

Voir l'article 22 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes :

22.1 *Mesures initiales*

Néant.

22.2 *Chaleur sèche.*

Voir le paragraphe 22.2 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes :

20.2 Procedure B4 and the following degree of severity of test Fc apply: 0.75 mm displacement or 10 g, whichever is the lower amplitude, over one of the following frequency ranges: 10 Hz to 55 Hz, 10 Hz to 500 Hz, 10 Hz to 2 000 Hz.

The detail specification shall state which frequency range is to be used. Duration of test: 6 h.

20.3 Where prescribed in the detail specification, during the last hour of the vibration test in each direction of movement, an electrical measurement shall be made to detect intermittent contact or open or short circuits.

20.4 *Final inspection and requirements*

There shall be no visible damage.

When capacitors are tested as specified in Sub-clause 20.3, there shall be no interruption greater than or equal to 0.5 ms, nor open or short circuits.

21. **Bump**

See Clause 20 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

21.1 *Initial measurements*

None. The severity and method of mounting are given in the detail specification.

21.2 *Final inspection, measurements and requirements*

The capacitors shall be inspected and measured and shall meet the following requirements:

| Inspection or measurement | Inspection or measuring method | Requirement |
|---------------------------|--|---|
| Visual inspection | Clause 15 | No visible damage |
| Capacitance | Sub-clause 16.2 | The percentage difference between the capacitances measured finally and in Sub-clause 13.1 shall not exceed 5% |
| tan δ | Rated capacitance > 1 μ F $f = 1$ kHz | Sub-clause 16.3.1 The increase of tan δ with respect to tan δ measured in Sub-clause 13.1 shall not exceed 0.002 for Grade I capacitors, 0.003 for Grade II capacitors |
| | Rated capacitance ≤ 1 μ F $f = 10$ kHz | Sub-clause 17.1 The increase of tan δ with respect to tan δ measured in Sub-clause 19.1 shall not exceed 0.003 for Grade I capacitors, 0.005 for Grade II capacitors |
| Insulation resistance | Sub-clause 16.4 | As in Sub-clause 16.4 |

22. **Climatic sequence**

See Clause 22 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

22.1 *Initial measurements*

None.

22.2 *Dry heat*

See Sub-Clause 22.2 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

22.2.1 A la fin du séjour à haute température, les condensateurs étant encore à la température spécifiée, la capacité et, pour les condensateurs de classe I seulement, la résistance d'isolement doivent être mesurées.

22.2.2 La variation de la capacité, en pourcentage, par rapport à la valeur mesurée aux paragraphes 18.1 ou 21.2 suivant le cas, doit répondre aux exigences suivantes:

| Température d'essai °C | Variation de capacité % |
|---------------------------|----------------------------|
| 85 | ≤ 5 |
| 100 | ≤ 10 |
| 125 | ≤ 18 |

22.2.3 Pour les condensateurs de classe I, la résistance d'isolement doit être mesurée selon la méthode du paragraphe 16.4; elle doit répondre aux exigences du tableau suivant (seulement pour les condensateurs de classe I):

| Température maximale de catégorie | Produit RC minimal (R = résistance d'isolement entre les sorties) (C = capacité nominale) (s) | | Résistance d'isolement minimale entre les sorties (MΩ) | | Résistance d'isolement minimale entre les sorties et le boîtier (MΩ) |
|-----------------------------------|--|---------|---|---------|---|
| | Points de mesure selon le tableau I, paragraphe 8.2, de la Publication 384-1 de la C E I: | | | | |
| | 1a) | | 1a) | | 1b) |
| | Capacité nominale: > 0,33 μF | | ≤ 0,33 μF | | |
| Tension nominale: > 100 V | | ≤ 100 V | > 100 V | ≤ 100 V | |
| 125 °C | 10 | 5 | 30 | 15 | 30 |
| 100 °C | 50 | 25 | 150 | 75 | 150 |
| 85 °C | 100 | 50 | 300 | 150 | 300 |

22.3 Essai accéléré de chaleur humide, premier cycle

Voir le paragraphe 22.3 de la Publication 384-1 de la C E I.

22.4 Froid

Voir le paragraphe 22.4 de la Publication 384-1 de la C E I, avec les précisions suivantes:

22.4.1 Avant l'essai, la capacité doit être mesurée aux conditions atmosphériques normales.

22.4.2 A la fin du séjour à basse température, les condensateurs étant encore à la température spécifiée, on mesure la capacité.

La variation de capacité, en pourcentage, par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 22.4.1 doit répondre aux exigences suivantes:

22.2.1 While still at the specified high temperature and at the end of the period of high temperature, the capacitance, and for Grade I capacitors only, the insulation resistance shall be measured.

22.2.2 The percentage difference between the capacitances measured at high temperature and in Sub-clause 18.1 or 21.2, as applicable, shall meet the following requirements:

| Test temperature °C | Difference in capacitance % |
|------------------------|--------------------------------|
| 85 | ≤ 5 |
| 100 | ≤ 10 |
| 125 | ≤ 18 |

22.2.3 For Grade I capacitors, the insulation resistance shall be measured according to the method in Sub-clause 16.4 and shall meet the requirements in the following table (Grade I capacitors only):

| Upper category temperature | Minimum RC product (R = insulation resistance between the terminations) (C = rated capacitance) (s) | | Minimum insulation resistance between the terminations (MΩ) | | Minimum insulation resistance between terminations and case (MΩ) |
|----------------------------|--|---------|--|---------|---|
| | Measuring points in accordance with Table I in Sub-clause 8.2 of IEC Publication 384-1: | | | | |
| | 1a) | | 1a) | | 1b) |
| | Rated capacitance: > 0.33 μF | | ≤ 0.33 μF | | |
| Rated voltage: > 100 V | | ≤ 100 V | > 100 V | ≤ 100 V | |
| 125 °C | 10 | 5 | 30 | 15 | 30 |
| 100 °C | 50 | 25 | 150 | 75 | 150 |
| 85 °C | 100 | 50 | 300 | 150 | 300 |

22.3 Damp heat, accelerated, first cycle

See Sub-clause 22.3 of IEC Publication 384-1.

22.4 Cold

See Sub-clause 22.4 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

22.4.1 Prior to the test, the capacitance shall be measured at standard atmospheric conditions.

22.4.2 While still at the specified low temperature and at the end of the period of low temperature, the capacitance shall be measured.

The percentage difference between the capacitances measured here and those measured in Sub-clause 22.4.1 shall meet the following requirements:

| Température d'essai °C | Variation de capacité % |
|---------------------------|----------------------------|
| -55 | ≤ 10 |
| -40 | ≤ 7 |
| -25 | ≤ 3 |

22.5 Basse pression atmosphérique

Voir le paragraphe 22.5 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes :

22.5.1 L'essai, s'il est prescrit dans la spécification particulière, doit être effectué à une température comprise entre 15 °C et 35 °C. La durée de l'essai doit être de 1 h.

22.5.2 La tension nominale doit être appliquée pendant les cinq dernières minutes de la période d'une heure, les condensateurs étant encore à la basse pression spécifiée.

Le groupe de condensateurs soumis à cet essai doit être divisé en deux ou trois parties, si nécessaire, et chacune de ces parties doit être soumise à l'un des essais figurant dans le tableau I du paragraphe 8.2 de la Publication 384-1 de la CEI.

La tension d'essai doit être appliquée aux sorties, au boîtier, etc., comme spécifié au paragraphe 16.1.2.

22.5.3 Pendant et après cet essai, il ne doit se produire aucune perforation, ni contournement, ni déformation nuisible du boîtier, ni écoulement d'imprégnant.

22.6 Essai accéléré de chaleur humide, cycles restants

Voir le paragraphe 22.6 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes :

22.6.1 Moins de 15 min après la sortie de la chambre humide, la tension nominale doit être appliquée pendant 1 min au point d'essai A, selon les conditions du circuit d'essai figurant au paragraphe 16.1.

22.7 Examen, mesures et exigences en fin d'essai

Voir le paragraphe 22.7 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes :

Après reprise, les condensateurs doivent être examinés et mesurés; ils doivent répondre aux exigences suivantes :

| Examen ou mesure | Méthode d'examen ou de mesure | Exigence |
|------------------------|---|--|
| Examen visuel | Article 15 | Pas de dommage visible. Le marquage doit être lisible |
| Capacité | Paragraphe 16.2 | La capacité ne doit pas avoir varié de plus de 5% par rapport à la capacité mesurée aux paragraphes 18.1 ou 21.1 selon le cas |
| tg δ | Capacité nominale > 1 μF f = 1 kHz | Paragraphe 16.3.1 L'accroissement de tg δ par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 13.1 ne doit pas être supérieur à 0,003 pour les condensateurs de classe I et à 0,005 pour les condensateurs de classe II |
| | Capacité nominale ≤ 1 μF f = 10 kHz | Paragraphe 17.1 L'accroissement de tg δ par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 17.1 ou 19.1 ne doit pas être supérieur à 0,005 pour les condensateurs de classe I et à 0,008 pour les condensateurs de classe II |
| Résistance d'isolement | Paragraphe 16.4 | La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 50% des valeurs prescrites au paragraphe 16.4 |

| Test temperature °C | Difference in capacitance % |
|------------------------|--------------------------------|
| -55 | ≤ 10 |
| -40 | ≤ 7 |
| -25 | ≤ 3 |

22.5 *Low air pressure*

See Sub-clause 22.5 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

22.5.1 The test, if required in the detail specification, shall be carried out at a temperature of 15 °C to 35 °C. The duration of the test shall be 1 h.

22.5.2 While still at the specified low pressure and during the last five minutes of the one-hour period, the rated voltage shall be applied.

The capacitor sample part submitted to this test shall be subdivided into two or three parts as necessary, and each part shall be submitted to one of the tests laid down in Table I of Sub-clause 8.2 of IEC Publication 384-1.

The test voltage shall be applied to terminations, case, etc., as given in Sub-clause 16.1.2.

22.5.3 During and after the test, there shall be no evidence of permanent breakdown, flashover, harmful deformation of the case or seepage of impregnant.

22.6 *Damp heat, accelerated, remaining cycles*

See Sub-clause 22.6 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

22.6.1 Within 15 min after removal from the damp heat test, the rated voltage shall be applied for 1 min at test point A using the test circuit conditions as given in Sub-clause 16.1.

22.7 *Final inspection, measurements and requirements*

See Sub-clause 22.7 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

After recovery, the capacitors shall be inspected and measured and shall meet the requirements as follows:

| Inspection or measurement | | Inspection or measuring method | Requirement |
|---------------------------|--|--------------------------------|--|
| Visual inspection | | Clause 15 | No visible damage. The marking shall be legible |
| Capacitance | | Sub-clause 16.2 | The percentage difference between the capacitances measured finally and in Sub-clause 18.1 or 21.2, as applicable, shall not exceed 5% |
| tan δ | Rated capacitance > 1 μF $f = 1 \text{ kHz}$ | Sub-clause 16.3.1 | The increase of tan δ with respect to tan δ measured in Sub-clause 13.1 shall not exceed 0.003 for Grade I capacitors, 0.005 for Grade II capacitors |
| | Rated capacitance ≤ 1 μF $f = 10 \text{ kHz}$ | Sub-clause 17.1 | The increase of tan δ with respect to tan δ measured in Sub-clause 17.1 or 19.1 shall not exceed 0.005 for Grade I capacitors, 0.008 for Grade II capacitors |
| Insulation resistance | | Sub-clause 16.4 | The insulation resistance shall not be less than 50% of the applicable values in Sub-clause 16.4 |

23. Essai continu de chaleur humide

Voir l'article 23 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes :

23.1 Moins de 15 min après la sortie des condensateurs de la chambre humide, on effectue l'essai de rigidité diélectrique conformément au paragraphe 16.1, mais sous la tension nominale.

23.2 Examen, mesures et exigences en fin d'essai

Moins de 2 h après la fin de la reprise, les condensateurs doivent être examinés et mesurés; ils doivent répondre aux exigences suivantes :

| Examen ou mesure | Méthode d'examen ou de mesure | Exigence |
|------------------------|-------------------------------|---|
| Examen visuel | Article 15 | Pas de dommage visible. Le marquage doit être lisible |
| Capacité | Paragraphe 16.2 | La capacité ne doit pas avoir varié de plus de 5% par rapport à la capacité mesurée au paragraphe 13.1 |
| tg δ | Paragraphe 16.3.1 | L'accroissement de tg δ par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 13.1 ne doit pas être supérieur à 0,005 |
| Résistance d'isolement | Paragraphe 16.4 | La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 50% des valeurs prescrites au paragraphe 16.4.2 |

24. Endurance

Voir l'article 24 de la Publication 384-1 de la CEI, avec les précisions suivantes :

24.1 Mesure initiale

Pour les condensateurs de capacité nominale inférieure ou égale à 1 μF seulement: la tangente de l'angle de pertes tg δ, doit être mesurée selon la méthode du paragraphe 17.1.

24.2 Les condensateurs de classe I doivent être essayés pendant 2 000 h et les condensateurs de classe II pendant 1 000 h, comme suit:

| Catégorie | —/085/— | | —/100/— | | —/125/— | |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--|
| | 85 °C | 100 °C | 85 °C | 125 °C | 85 °C | |
| Température | 85 °C | 100 °C | 85 °C | 125 °C | 85 °C | |
| Tension | 2 V c.c. 1,25 U _R | 2 V c.c. 1,25 U _C | — 1,25 U _R | 2 V c.c. 1,25 U _C | — 1,25 U _R | |
| Le groupe divisé en | 2 parties | 3 parties | | 3 parties | | |

24.3 La tension d'essai doit être appliquée individuellement à chaque condensateur à travers une résistance dont la valeur R est égale à $\frac{0,022}{C}$, C étant la capacité nominale en farads et R la résistance en ohms, à 30% près de la valeur calculée, avec une valeur maximale de 2 MΩ.

23. Damp heat, steady state

See Clause 23 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

23.1 Within 15 min after removal from the damp heat test, the voltage proof test in accordance with Sub-clause 16.1 shall be carried out, but with the rated voltage applied.

23.2 Final inspection, measurements and requirements

Within 2 h after recovery, the capacitors shall be inspected and measured and shall meet the requirements as follows:

| Inspection or measurement | Inspection or measuring method | Requirement |
|---------------------------|--------------------------------|--|
| Visual inspection | Clause 15 | No visible damage. The marking shall be legible |
| Capacitance | Sub-clause 16.2 | The percentage difference between the capacitances measured finally and in Sub-clause 13.1 shall not exceed 5% |
| $\tan \delta$ | Sub-clause 16.1.3 | The increase of $\tan \delta$ with respect to $\tan \delta$ measured in Sub-clause 13.1 shall not exceed 0.005 |
| Insulation resistance | Sub-clause 16.4 | The insulation resistance shall not be less than 50% of the applicable values in Sub-clause 16.4.2 |

24. Endurance

See Clause 24 of IEC Publication 384-1, with the following additions:

24.1 Initial measurement

For capacitors with rated capacitances $\leq 1 \mu\text{F}$, $\tan \delta$ shall be measured according to the method in Sub-clause 17.1.

24.2 Grade I capacitors shall be tested for 2 000 h and Grade II capacitors for 1 000 h as follows:

| Category | —/085/— | —/100/— | | —/125/— | |
|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| Temperature | 85 °C | 100 °C | 85 °C | 125 °C | 85 °C |
| Voltage | 2 V d.c. 1.25 U_R | 2 V d.c. 1.25 U_C | — 1.25 U_R | 2 V d.c. 1.25 U_C | — 1.25 U_R |
| Sample part divided into | 2 parts | 3 parts | | 3 parts | |

24.3 The test voltage shall be applied to each capacitor individually through a resistor whose value R is equal to $\frac{0.022}{C}$, where C is the rated capacitance in farads and R is the resistance in ohms, and shall be within 30% of the calculated value with a maximum of 2 M Ω .

24.4 Après la durée prescrite, on laisse refroidir les condensateurs dans les conditions atmosphériques normales d'essai, puis on les décharge à travers une résistance R telle que le produit RC soit supérieur ou égal à $220 \mu\text{s}$.

24.5 *Examen, mesures et exigences en fin d'essai*

Les condensateurs doivent être examinés et mesurés; ils doivent répondre aux exigences suivantes:

| Examen ou mesure | Méthode d'examen ou de mesure | Exigence |
|------------------------|---|--|
| Examen visuel | Article 15 | Pas de dommage visible |
| Capacité | Paragraphe 16.2 | La capacité ne doit pas avoir varié de plus de 5 % pour les condensateurs de classe I et de plus de 8 % pour les condensateurs de classe II par rapport à la capacité mesurée au paragraphe 13.1 |
| tg δ | Capacité nominale $> 1 \mu\text{F}$ $f = 1 \text{ kHz}$ | L'accroissement de tg δ par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 13.1 ne doit pas être supérieur à 0,002 pour les condensateurs de classe I et à 0,003 pour les condensateurs de classe II |
| | Capacité nominale $\leq 1 \mu\text{F}$ $f = 10 \text{ kHz}$ | L'accroissement de tg δ par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 24.1 ne doit pas être supérieur à 0,003 pour les condensateurs de classe I et à 0,005 pour les condensateurs de classe II |
| Résistance d'isolement | Paragraphe 16.4 | La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 50 % des valeurs prescrites au paragraphe 16.4.2 |

25. **Charge et décharge**

25.1 *Mesure initiale*

Pour les condensateurs de capacité nominale inférieure ou égale à $1 \mu\text{F}$ seulement, la tangente de l'angle de pertes tg δ , doit être mesurée selon la méthode du paragraphe 17.1.

25.2 Les condensateurs doivent être soumis à 10 000 cycles de charge et décharge à une fréquence approximative d'une opération par seconde.

Chaque cycle consiste à charger et décharger le condensateur. Chaque condensateur doit être chargé individuellement en appliquant la tension nominale à travers une résistance de $\frac{220 \times 10^{-6}}{C} \Omega$, ou ayant la valeur nécessaire pour limiter le courant de charge à 1 A (où à la plus forte valeur de courant prescrite dans la spécification particulière) en retenant la plus grande de ces valeurs de résistance.

Chaque condensateur est déchargé individuellement à travers une résistance égale à $\frac{10 \times 10^{-6}}{C} \Omega$, avec pour valeur minimale 20Ω , ou à une valeur inférieure éventuellement prescrite dans la spécification particulière.

Un circuit convenant à cet essai figure dans l'annexe A.

25.3 *Mesures et exigences en fin d'essai*

Les condensateurs doivent être mesurés; ils doivent répondre aux exigences suivantes: