

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electric strength of insulating materials – Test methods –
Part 3: Additional requirements for 1,2/50 μ s impulse tests**

**Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai –
Partie 3: Exigences complémentaires pour les essais
aux ondes de choc 1,2/50 μ s**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

**Electric strength of insulating materials – Test methods –
Part 3: Additional requirements for 1,2/50 μ s impulse tests**

**Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai –
Partie 3: Exigences complémentaires pour les essais
aux ondes de choc 1,2/50 μ s**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

J

ICS 17.220.99; 29.035.01

ISBN 978-2-8322-1201-1

**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.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references.....	5
3 Terms and definitions	5
4 Significance of the test.....	6
5 Electrodes and test specimens.....	7
6 Conditioning before tests	7
7 Surrounding medium.....	7
8 Electrical apparatus	7
8.1 Voltage source.....	7
8.2 Voltage measurement	8
9 Procedure.....	8
10 Application of voltage.....	8
10.1 Breakdown test	8
10.2 Proof tests	8
11 Criterion of breakdown.....	9
12 Number of tests	9
13 Report	9
Figure 1 – Full impulse-voltage wave.....	6

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRIC STRENGTH OF INSULATING MATERIALS –
TEST METHODS –**
Part 3: Additional requirements for 1,2/50 μ s impulse tests**FOREWORD**

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

International Standard IEC 60243-3 has been prepared by technical committee 112: Evaluation and qualification of electrical insulation materials and systems.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 2001, and constitutes an editorial revision.

This part of IEC 60243 shall be read in conjunction with IEC 60243-1.

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

CDV	Report on voting
112/246/CDV	112/267A/RVC

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

A list of all parts in the IEC 60243 series, published under the general title *Electric strength of insulating materials – Test methods*, can be found on the IEC website.

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

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

ELECTRIC STRENGTH OF INSULATING MATERIALS – TEST METHODS –

Part 3: Additional requirements for 1,2/50 μ s impulse tests

1 Scope

This part of IEC 60243 gives requirements additional to those in IEC 60243-1 for the determination of the electric strength of solid insulating materials under 1,2/50 μ s impulse voltage stress.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60243-1:2013, *Electric strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60243-1, together with the following, apply.

3.1

full impulse-voltage wave

aperiodic transient voltage that rises rapidly to a maximum value, then falls less rapidly to zero (see Figure 1)

3.2

peak value (of an impulse-voltage wave)

U_P

maximum value of voltage

3.3

virtual peak value (of an impulse-voltage wave)

U_1

value derived from a recording of an impulse-voltage wave on which high-frequency oscillations, or overshoot of a limited magnitude, may be present

3.4

virtual origin (of an impulse-voltage wave)

O_1

point of intersection O_1 with the line of zero voltage of a line drawn through the points of 0,3 and 0,9 times the virtual peak value on the front of an impulse-voltage wave (see Figure 1)

3.5
virtual front time (of an impulse-voltage wave)

t_1
 equal to 1,67 times the interval t_f between the instants when the voltage is 0,3 and 0,9 times the peak value (t_f , Figure 1)

3.6
virtual time to half-value

t_2
 time interval t_2 between the virtual origin O_1 and the instant on the tail when the voltage has decreased to half the peak value

3.7
impulse breakdown voltage

nominal peak voltage that the wave causing breakdown would have reached if breakdown had not occurred

3.8
withstand voltage

highest nominal peak voltage of a set of three impulses which did not cause breakdown

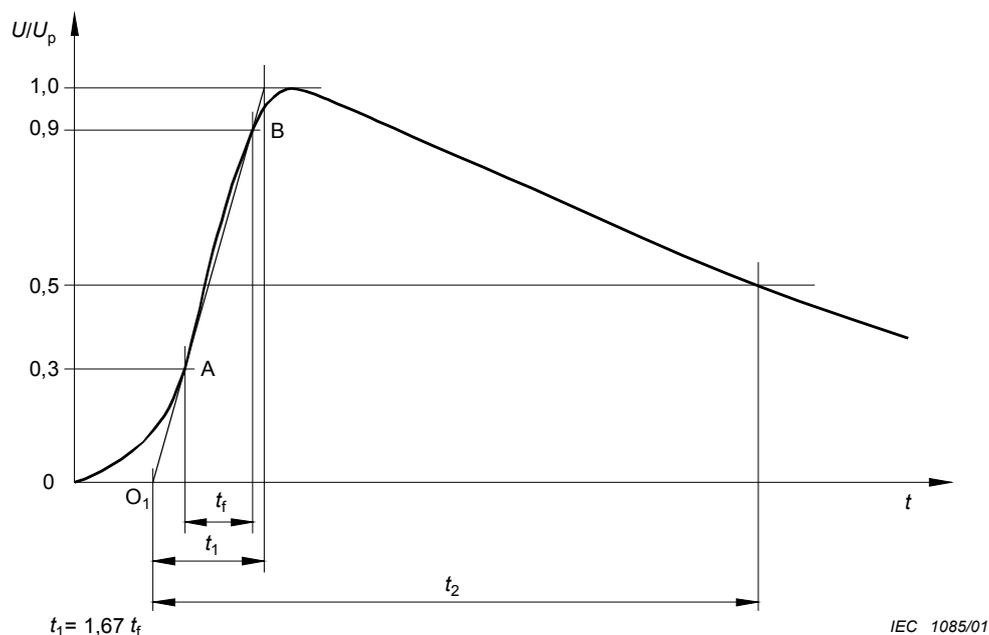


Figure 1 – Full impulse-voltage wave

4 Significance of the test

In addition to the information of Clause 4 of IEC 60243-1:2013, the following points are of importance in connection with impulse-voltage tests.

High-voltage equipment may be subjected to transient voltage stresses resulting from such causes as nearby lightning strokes. This is particularly true of apparatus such as transformers and switchgears used in electrical power transmission and distribution systems. The ability of insulating materials to withstand these transient voltages is important in establishing the reliability of apparatus insulated with these materials.

Transient voltages caused by lightning may be of either positive or negative polarity. In a symmetrical field between identical electrodes, the polarity has no effect on the electric

strength. However, with dissimilar electrodes, there may be a pronounced polarity effect. When asymmetrical electrodes are used for testing materials with which the tester has no previous experience or knowledge, it is recommended that comparative tests be made with both directions of polarity.

The standard wave shape is a 1,2/50 μs wave, reaching peak voltage in approximately 1,2 μs , and decaying to 50 % of peak value in approximately 50 μs after the beginning of the wave. This wave is intended to simulate a lightning stroke that may strike a system without breakdown.

NOTE If the object being tested has appreciable inductive characteristics, it may be difficult or impossible to attain the specified wave shape with less than 5 % oscillations, as prescribed in 8.2. However, the procedures given in this standard are expected ordinarily to be applied to configurations of test specimens and electrodes which are primarily capacitive. Testing of more complex configurations, such as between coils of completed apparatus or models of such apparatus, should be performed in accordance with the specifications for that apparatus.

Because of the short time involved, dielectric heating, other thermal effects and the influence of injected space-charges may be reduced during impulse testing of most materials. Thus, impulse tests usually give higher values than the peak voltage of short-term ac tests. From comparisons of the impulse electric strength with the values drawn from longer time tests, inferences may be drawn as to the modes of failure under the various tests for a given material.

5 Electrodes and test specimens

Clause 5 of IEC 60243-1:2013 is applicable.

6 Conditioning before tests

Clause 6 of IEC 60243-1:2013 is applicable.

7 Surrounding medium

Clause 7 of IEC 60243-1:2013 is applicable.

8 Electrical apparatus

8.1 Voltage source

The test voltage applied to the electrodes shall be provided by an impulse generator having the following characteristics.

A choice of either positive or negative polarity shall be provided, one of the connections to the electrodes being earthed.

Controls within the generator shall be capable of adjusting the shape of the wave applied to the test specimen under test to have a virtual front time t_1 of $(1,2 \pm 0,36)$ μs , and virtual time to half-value t_2 of (50 ± 10) μs (see Figure 1).

The voltage capability and energy-storage capacity of the generator shall be sufficient to apply impulse waves of the proper shape to any test specimens to be tested, up to the breakdown voltage or specified proof voltage of the material.

The peak value of the voltage is taken as the virtual peak value, provided that the conditions of 8.2 are satisfied.

8.2 Voltage measurement

Provisions shall be made for recording the voltage wave as applied to the test specimen, and for measuring the virtual peak voltage, the virtual front time and the virtual time to half-value within ± 5 % of the true values.

If the voltage wave has oscillations with a magnitude of no more than 5 % of the peak value, and a frequency of at least 0,5 MHz, a mean curve may be drawn, the maximum amplitude of which is the virtual peak value. If the oscillations are of greater magnitude, or of lower frequency, the voltage wave is not acceptable for a standard test.

9 Procedure

Clause 9 of IEC 60243-1:2013 is applicable. However, the application of the voltage shall be as shown in Clause 10.

10 Application of voltage

10.1 Breakdown test

Breakdown tests shall be in accordance with Clause 11 of IEC 60243-1:2013.

The voltage impulses shall be applied in an increasing series of sets of three waves of equal peak voltages. The peak voltage of the initial set should be approximately 70 % of the expected breakdown voltage.

Increase the peak voltage of successive sets by 5 % to 10 % of the peak value of the first set. Table 1 of IEC 60243-1:2013 is applicable.

Allow sufficient time between successive impulses for the generator to become completely charged. Normally, a time of three times the charging time constant for the generator is sufficient.

Sufficient time shall also be allowed between successive impulses to allow dissipation of any injected space-charge. For many materials, the charging time of the generator will cover this eventuality. For materials having a longer space-charge retention time, the necessary time shall be specified in the material specification sheet. If this information is not known, but a long space-charge retention period is suspected, then additional tests should be run with longer intervals between impulses, to determine if a significant difference in breakdown values is obtained.

A valid test on a test specimen is one in which impulse waves are applied at at least two voltage levels without breakdown, before breakdown occurs at the third or a subsequent level.

The electric strength shall be based on the virtual peak voltage of the last set of three waves which was applied without breakdown. The breakdown voltage is the nominal voltage of the next set of waves causing breakdown.

When using asymmetrical electrode systems, preliminary tests shall be conducted to determine the polarity which yields the lower breakdown voltage. If significant differences are obtained, the polarity giving the lower test results should be used.

10.2 Proof tests

One set of three impulses of specified proof voltage (virtual value) shall be applied to the test specimen in accordance with Clause 11 of IEC 60243-1:2013. When necessary for calibration

purposes, up to three impulses with peak voltages not exceeding 80 % of the proof voltage may be applied prior to the application of the proof voltage waves.

11 Criterion of breakdown

Clause 11 of IEC 60243-1:2013 is applicable.

12 Number of tests

Clause 12 of IEC 60243-1:2013 is applicable.

13 Report

Unless otherwise specified, the report shall include the following:

- a) a complete identification of the material tested, a description of the test specimens and the method of their preparation;
 - b) the polarity of the impulse waves;
 - c) the median (central value) of the electric strengths in kV/mm and/or of the breakdown voltages in kV (not that used for proof testing);
 - d) the thickness of each test specimen (see 5.4 of IEC 60243-1:2013);
 - e) the surrounding medium during the test and its properties;
 - f) the electrode system with polarity of electrodes when they are dissimilar;
 - g) the individual values of electric strength in kV/mm and/or breakdown voltage in kV (not that used for proof testing);
 - h) the temperature, pressure and humidity during tests in air or other gas, or the temperature of the surrounding medium when this is a liquid;
 - i) the conditioning treatment before test;
 - j) the initial nominal peak-voltage level for each test specimen;
 - k) an indication of the type and position (for example, at the electrode edge) of breakdown on the test specimen, and which impulse of the last set of three impulses resulted in breakdown for each test specimen;
 - l) the position on the voltage wave (wave-front, peak, or wave-tail) of breakdown for each test specimen.
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	11
1 Domaine d'application	13
2 Références normatives	13
3 Termes et définitions	13
4 Signification des essais	14
5 Electrodes et éprouvettes d'essai	15
6 Conditionnement avant les essais	15
7 Milieu environnant	15
8 Appareillage électrique	15
8.1 Source de tension	15
8.2 Mesure de la tension	16
9 Mode opératoire	16
10 Application de la tension	16
10.1 Essai de tension de claquage	16
10.2 Essais d'épreuve	17
11 Critère de claquage	17
12 Nombre d'essais	17
13 Rapport	17
 Figure 1 – Onde de tension de choc pleine	 14

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RIGIDITÉ DIÉLECTRIQUE DES MATÉRIAUX ISOLANTS – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 3: Exigences complémentaires pour les essais aux ondes de choc 1,2/50 µs

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60243-3 a été établie par le comité d'études 112 de la CEI: Evaluation et qualification des systèmes et matériaux d'isolement électrique.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2001, et constitue une révision éditoriale.

La présente partie de la CEI 60243 doit être lue conjointement avec la CEI 60243-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
112/246/CDV	112/267A/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60243, publiées sous le titre général *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

RIGIDITÉ DIÉLECTRIQUE DES MATÉRIAUX ISOLANTS – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 3: Exigences complémentaires pour les essais aux ondes de choc 1,2/50 μs

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60243 donne des exigences complémentaires à celles de la CEI 60243-1 pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants solides soumis à des tensions de choc 1,2/50 μs .

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60243-1:2013, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 60243-1, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

impulsion de tension unipolaire

tension transitoire apériodique qui croît rapidement jusqu'à une valeur maximale, puis décroît moins rapidement jusqu'à zéro (voir Figure 1)

3.2

valeur de crête (d'une impulsion de tension unipolaire)

U_P

valeur maximale de la tension

3.3

valeur de crête estimée (d'une impulsion de tension unipolaire)

U_1

valeur obtenue à partir de l'enregistrement d'une onde de tension de choc sur laquelle des oscillations à haute fréquence ou des dépassements d'amplitude limitée peuvent exister

3.4

origine estimée (d'une impulsion de tension unipolaire)

O_1

point d'intersection O_1 de la droite de tension nulle avec la droite reliant les points correspondant à 0,3 fois et 0,9 fois la valeur de crête estimée sur le front d'une impulsion de tension unipolaire (voir la Figure 1)

3.5
durée estimée du front (d'une impulsion de tension unipolaire)

t_1
 durée égale à 1,67 fois l'intervalle de temps t_f qui sépare les instants où la tension est égale à 0,3 fois et 0,9 fois la valeur de crête (t_f , Figure 1)

3.6
durée estimée jusqu'à la mi-valeur t_2

intervalle de temps t_2 compris entre l'origine estimée O_1 et l'instant, situé sur la queue, auquel la tension est tombée à la moitié de la valeur de crête

3.7
impulsion de tension de claquage

tension de crête nominale qu'aurait atteint l'impulsion de tension unipolaire provoquant le claquage si celui-ci ne s'était pas produit

3.8
tension de tenue

haute tension de crête nominale d'un ensemble de trois impulsions n'ayant pas provoqué le claquage

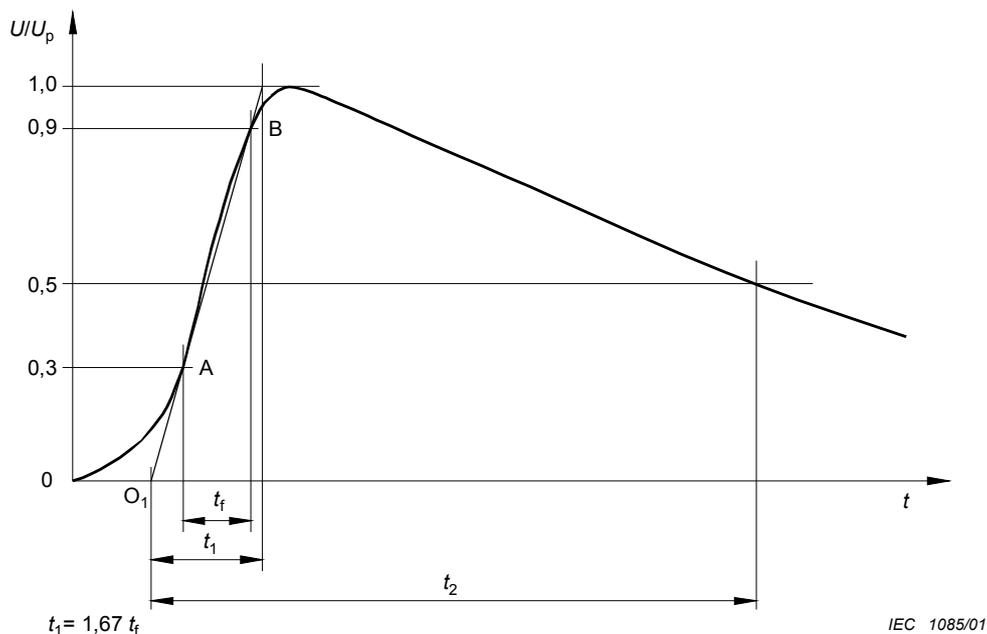


Figure 1 – Onde de tension de choc pleine

4 Signification des essais

En plus des informations contenues dans l'Article 4 de la CEI 60243-1:2013, les points suivants sont à considérer quand on effectue des essais de tension de choc:

Les matériels à haute tension peuvent être soumis à des contraintes de tension transitoires ayant pour origine des causes telles que des coups de foudre à proximité. Cela est particulièrement vrai pour des appareils tels que les transformateurs et les appareillages de connexion utilisés dans les systèmes de distribution et de transport de l'énergie électrique. L'aptitude des matériaux isolants à supporter ces tensions transitoires est importante pour déterminer la sécurité de fonctionnement des appareils isolés avec de tels matériaux.

Les tensions transitoires provoquées par la foudre peuvent être de polarité positive ou négative. Dans un champ symétrique créé entre des électrodes identiques, la polarité n'a pas

d'effet sur la rigidité diélectrique. Cependant, avec des électrodes différentes l'une de l'autre, un effet de polarité prononcé peut exister. Quand des électrodes asymétriques sont utilisées pour soumettre aux essais des matériaux, pour lesquels l'expérimentateur n'a ni expérience ni connaissance antérieure, il est recommandé que des essais comparatifs soient effectués avec les deux sens de polarité.

La forme d'onde normalisée est une onde de $1,2/50 \mu\text{s}$, atteignant la tension de crête en $1,2 \mu\text{s}$ environ, et décroissant jusqu'à 50 % de la valeur de crête en $50 \mu\text{s}$ environ depuis l'instant correspondant au début de l'onde. Cette onde est destinée à simuler un coup de foudre qui peut frapper un système sans pour autant provoquer de claquage.

NOTE Si l'objet en cours d'essai possède des caractéristiques inductives significatives, il peut être difficile, voire impossible, d'atteindre la forme d'onde spécifiée avec moins de 5 % d'oscillations, comme il est indiqué en 8.2. Cependant, les procédures décrites dans la présente norme sont censées être habituellement appliquées avec des configurations d'éprouvettes et d'électrodes essentiellement capacitives. Pour des configurations plus complexes, telles que les bobines d'un appareil complet ou de modèles d'un tel appareil, il convient que les essais soient effectués conformément aux spécifications de cet appareil.

En raison du temps très court mis en jeu, l'échauffement diélectrique, les autres effets thermiques et l'influence des charges d'espace injectées peuvent être réduits pendant l'essai aux ondes de choc pour la plupart des matériaux. Ainsi, les essais de choc donnent habituellement des valeurs plus élevées que la tension de crête pour des essais courts en tension alternative. En comparant la rigidité diélectrique de choc avec les valeurs obtenues à partir d'essais plus longs, on peut, pour un matériau donné, tirer des enseignements quant à la nature des défaillances dans les différents essais.

5 Electrodes et éprouvettes d'essai

L'Article 5 de la CEI 60243-1:2013 s'applique.

6 Conditionnement avant les essais

L'Article 6 de la CEI 60243-1:2013 s'applique.

7 Milieu environnant

L'Article 7 de la CEI 60243-1:2013 s'applique.

8 Appareillage électrique

8.1 Source de tension

La tension d'essai appliquée aux électrodes doit être fournie par un générateur d'impulsions ayant les caractéristiques suivantes.

Il doit y avoir la possibilité de choisir la polarité positive ou négative, l'une des connexions aux électrodes étant mise à la terre.

Les commandes du générateur doivent permettre d'adapter la forme de l'onde appliquée à l'éprouvette en essai, afin d'obtenir une durée estimée de front t_1 de $(1,2 \pm 0,36) \mu\text{s}$, et une durée estimée jusqu'à la mi-valeur t_2 de $(50 \pm 10) \mu\text{s}$ (voir Figure 1).

Le générateur doit avoir une capacité suffisante de tension et de stockage d'énergie pour appliquer des ondes de choc ayant la forme correcte à n'importe quelle éprouvette à soumettre aux essais, jusqu'à la tension de claquage ou jusqu'à la tension d'épreuve spécifiée du matériau.

La valeur de crête de la tension est considérée comme la valeur de crête estimée, pourvu que les conditions au 8.2 soient satisfaites.

8.2 Mesure de la tension

Des dispositions doivent être prévues pour enregistrer l'onde de tension appliquée à l'éprouvette soumise à l'essai, et pour mesurer la tension de crête estimée, la durée estimée de front et la durée estimée jusqu'à la mi-valeur avec une incertitude de $\pm 5\%$ par rapport aux valeurs réelles.

Si l'onde de tension possède des oscillations d'amplitude au plus égale à 5 % de la valeur de crête, et de fréquence au moins égale à 0,5 MHz, on peut tracer une courbe moyenne dont l'amplitude maximale est la valeur de crête estimée. Si les variations sont de plus forte amplitude ou de fréquence inférieure, l'onde de tension n'est pas acceptable pour un essai normalisé.

9 Mode opératoire

L'Article 9 de la CEI 60243-1:2013 s'applique. Toutefois, l'application de la tension est fixée comme suit à l'Article 10.

10 Application de la tension

10.1 Essai de tension de claquage

Les essais de tension de claquage doivent être effectués selon l'Article 11 de la CEI 60243-1:2013.

Les chocs de tension doivent être appliqués en une série croissante d'ensembles de trois ondes de tensions de crête égales. Il convient que la tension de crête du train initial soit approximativement égale à 70 % de la tension de claquage présumée.

Faire croître, pour chaque ensemble, la tension de crête de 5 % à 10 % de la valeur de crête du premier ensemble. Le Tableau 1 de la CEI 60243-1:2013 s'applique.

Respecter un temps suffisant entre chocs successifs pour permettre au générateur d'être complètement chargé. En principe, un temps égal à trois fois la constante de temps de charge du générateur est suffisant.

On doit aussi respecter un temps suffisant entre chocs successifs pour permettre la dissipation des charges d'espace injectées. Pour de nombreux matériaux, le temps de charge du générateur couvrira bien cette éventualité. Pour les matériaux ayant un temps de rétention de charge d'espace plus long, cette caractéristique doit être spécifiée dans la feuille de spécifications du matériau. Si cette information n'est pas connue, mais qu'un temps plus long de rétention de la charge d'espace est présumé, il convient alors d'effectuer des essais complémentaires avec des temps entre chocs plus longs, afin de déterminer si une différence significative est obtenue pour les valeurs de claquage.

Un essai satisfaisant sur une éprouvette est un essai dans lequel les ondes de tension sont appliquées sans claquage pour au moins deux niveaux de tension avant qu'un claquage ne se produise au troisième niveau ou à un des niveaux suivants.

La rigidité diélectrique doit être fondée sur la tension de crête estimée du dernier ensemble de trois ondes qui a été appliqué sans claquage. La tension de claquage est la tension nominale qui correspond à l'ensemble d'ondes suivant qui a provoqué le claquage.

Si on utilise des systèmes d'électrodes asymétriques, des essais préliminaires doivent être effectués pour déterminer la polarité qui produit la plus basse tension de claquage. Si l'on obtient des différences significatives, il convient d'utiliser la polarité donnant les résultats d'essai les plus faibles.

10.2 Essais d'épreuve

Une série de trois impulsions de tension d'épreuve spécifiée (valeur estimée) doit être appliquée à l'éprouvette, conformément à l'Article 11 de la CEI 60243-1:2013. Si cela s'avère nécessaire pour l'étalonnage, jusqu'à trois chocs, avec des tensions de crête ne dépassant pas 80 % de la tension d'épreuve peuvent être appliqués avant l'application des ondes de tension d'épreuve.

11 Critère de claquage

L'Article 11 de la CEI 60243-1:2013 s'applique.

12 Nombre d'essais

L'Article 12 de la CEI 60243-1:2013 s'applique.

13 Rapport

Sauf spécification contraire, le rapport doit comprendre les indications suivantes:

- a) identification complète du matériau soumis aux essais, description des éprouvettes et de leur mode de préparation;
 - b) polarité des ondes de chocs;
 - c) valeurs médianes (valeurs centrales) des rigidités diélectriques en kV/mm et/ou des tensions de claquage en kV (pas celle utilisée pour l'essai d'épreuve);
 - d) épaisseur de chaque éprouvette (voir 5.4 de la CEI 60243-1:2013);
 - e) milieu environnant lors de l'essai et ses propriétés;
 - f) système d'électrodes avec la polarité des électrodes si elles ne sont pas similaires;
 - g) valeurs individuelles de la rigidité diélectrique en kV/mm et/ou de la tension de claquage en kV (pas celle utilisée pour l'essai d'épreuve);
 - h) température, pression et humidité au cours des essais dans l'air ou dans un autre gaz, ou température du milieu environnant pour les essais dans un liquide;
 - i) conditionnement des éprouvettes avant l'essai;
 - j) niveaux initiaux de la tension nominale de crête pour chaque éprouvette;
 - k) indication du type et de la position du claquage sur l'éprouvette (par exemple au bord de l'éprouvette), et quel choc du dernier ensemble de trois chocs a provoqué le claquage pour chaque éprouvette;
 - l) position sur l'onde de tension (front, crête ou queue) de claquage pour chaque éprouvette.
-

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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