

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**62068-1**

Première édition  
First edition  
2003-07

---

---

**Systèmes d'isolation électrique –  
Contraintes électriques produites  
par des impulsions de tension  
appliquées périodiquement –**

**Partie 1:  
Méthode générale d'évaluation  
de l'endurance électrique**

**Electrical insulation systems –  
Electrical stresses produced  
by repetitive impulses –**

**Part 1:  
General method of evaluation  
of electrical endurance**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 62068-1:2003

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions consolidées

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

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues ([www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

## Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications ([www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**62068-1**

Première édition  
First edition  
2003-07

---

---

**Systèmes d'isolation électrique –  
Contraintes électriques produites  
par des impulsions de tension  
appliquées périodiquement –**

**Partie 1:  
Méthode générale d'évaluation  
de l'endurance électrique**

**Electrical insulation systems –  
Electrical stresses produced  
by repetitive impulses –**

**Part 1:  
General method of evaluation  
of electrical endurance**

© IEC 2003 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.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland  
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**N**

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION .....	8
1 Domaine d'application.....	10
2 Références normatives .....	10
3 Termes et définitions .....	10
4 Procédures d'essai générales .....	14
4.1 Vue d'ensemble .....	14
4.2 Objet à l'essai.....	16
4.3 Méthode d'essai de sélection.....	16
4.3.1 Procédure d'essai .....	16
4.3.2 Mesures de TADP et TEDP .....	16
4.3.3 Traitement des données .....	16
4.3.4 Evaluation.....	18
4.4 Méthode d'essai d'endurance.....	18
4.4.1 SIE de référence.....	18
4.4.2 Essai comparatif .....	18
5 Caractéristiques d'impulsion de tension d'essai .....	20
Annexe A (informative) Vieillissement sous tension impulsionnelle.....	22
A.1 Généralités .....	22
A.2 Effet de la température.....	22
A.3 Effet de la contrainte mécanique .....	24
A.4 Effet de l'humidité et de l'environnement .....	24
A.5 Effet des caractéristiques d'amplitude de tension et d'impulsion de tension.....	24
A.6 Effet du taux de répétition d'impulsion.....	26
A.7 Effet de la polarité de l'impulsion.....	26
A.8 Document de référence .....	26
Bibliographie .....	28

## CONTENTS

FOREWORD .....	5
INTRODUCTION .....	9
1 Scope .....	11
2 Normative references.....	11
3 Terms and definitions .....	11
4 General test procedures .....	15
4.1 Overview .....	15
4.2 Test object.....	17
4.3 Screening test method .....	17
4.3.1 Test procedure.....	17
4.3.2 PDIV and PDEV measurements .....	17
4.3.3 Data processing.....	17
4.3.4 Evaluation.....	19
4.4 Endurance test method.....	19
4.4.1 Reference EIS .....	19
4.4.2 Comparison test.....	19
5 Test impulse-voltage characteristics .....	21
Annex A (informative) Impulse ageing .....	23
A.1 General.....	23
A.2 Effect of temperature .....	23
A.3 Effect of mechanical stress .....	25
A.4 Effect of humidity and the environment .....	25
A.5 Effect of voltage magnitude and impulse-voltage characteristics .....	25
A.6 Effect of impulse repetition rate.....	27
A.7 Effect of impulse polarity.....	27
A.8 Reference document .....	27
Bibliography.....	29

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE – CONTRAINTES ÉLECTRIQUES PRODUITES PAR DES IMPULSIONS DE TENSION APPLIQUÉES PÉRIODIQUEMENT –

#### Partie 1: Méthode générale d'évaluation de l'endurance électrique

#### AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62068-1 a été établie par le comité d'études 98 de la CEI: Systèmes d'isolation électrique (SIE).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
98/188/FDIS	98/194/RVD

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

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS –  
ELECTRICAL STRESSES PRODUCED BY REPETITIVE IMPULSES –**

**Part 1: General method of evaluation of electrical endurance**

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

International Standard IEC 62068-1 has been prepared by IEC technical committee 98: Electrical insulation systems (EIS).

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

FDIS	Report on voting
98/188/FDIS	98/194/RVD

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

## INTRODUCTION

La Norme internationale CEI 62068 comprends les parties suivantes, présentée sous le titre général *Systèmes d'isolation électrique – Contraintes électriques produites par des impulsions de tension appliquées périodiquement*

Partie 1: Méthode générale d'évaluation de l'endurance électrique

Partie 2: Etat de l'art.

D'autres parties de la CEI 62068 décrivant les procédures d'essai spécifiques pour des modèles particuliers de systèmes d'isolation sont encore à l'étude. En attendant que ces normes soient disponibles, les comités d'études produits peuvent utiliser la CEI 62068-1 comme base pour leurs propres essais spécifiques.

## INTRODUCTION

International Standard IEC 62068 consists of the following parts under the general title *Electrical insulation systems – Electrical stresses produced by repetitive impulses*:

Part 1: General method of evaluation of electrical endurance

Part 2: State of the art

Other parts of IEC 62068 describing specific test procedures for particular insulation system models are still under consideration. Alternatively, product technical committees may use IEC 62068-1 as a basis for their own specific test.

# SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE – CONTRAINTES ÉLECTRIQUES PRODUITES PAR DES IMPULSIONS DE TENSION APPLIQUÉES PÉRIODIQUEMENT –

## Partie 1: Méthode générale d'évaluation de l'endurance électrique

### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62068 est une publication fondamentale qui s'applique au matériel électrique, indépendamment de la tension, comprenant un système d'isolation

- connecté à une alimentation électronique, et
- nécessitant une évaluation de l'endurance de l'isolation soumise à des impulsions de tension appliquées périodiquement.

Cette norme propose une procédure générale d'essai afin de faciliter la sélection des systèmes d'isolation électriques (SIE) et de déterminer de façon relative l'endurance d'une isolation soumise à des impulsions de tension appliquées périodiquement.

### 2 Références normatives

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

CEI 60727-1, *Evaluation de l'endurance électrique des systèmes d'isolation électrique – Première Partie: Considérations générales et procédures d'évaluation basées sur une distribution normale*

CEI 61649, *Procédures pour les tests d'adéquation, les intervalles de confiance et les limites inférieures de confiance pour les données suivant la distribution de Weibull*

### 3 Termes et définitions

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

#### 3.1

##### **matériau d'isolation électrique**

##### **MIE**

composant d'un SIE soumis à une contrainte électrique

#### 3.2

##### **système d'isolation électrique**

##### **SIE**

structure isolante comprenant un ou plusieurs matériaux isolants électriques (MIE) ainsi que les parties conductrices associées, utilisées dans un dispositif électrotechnique

[CEI 60505:1999, définition 3.1.1 [2]<sup>1</sup>]

---

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

# ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS – ELECTRICAL STRESSES PRODUCED BY REPETITIVE IMPULSES –

## Part 1: General method of evaluation of electrical endurance

### 1 Scope

This part of IEC 62068 is a basic publication that applies to electrical equipment, regardless of voltage, containing an insulation system, which is

- connected to an electronic power supply, and
- requires an evaluation of insulation endurance under repetitive voltage impulses.

This standard proposes a general test procedure to facilitate screening of electrical insulation systems (EIS) and to achieve a relative evaluation of insulation endurance under conditions of repetitive impulses.

### 2 Normative references

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

IEC 60727-1, *Evaluation of electrical endurance of electrical insulation systems – Part 1: General considerations and evaluation procedures based on normal distributions*

IEC 61649, *Goodness-of-fit tests, confidence intervals and lower confidence limits for Weibull distributed data*

### 3 Terms and definitions

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

#### 3.1

##### **electrical insulating material**

##### **EIM**

electrically stressed component in an EIS

#### 3.2

##### **electrical insulation system**

##### **EIS**

insulating structure containing one or more electrical insulating materials (EIM) together with associated conducting parts employed in an electrotechnical device

[IEC 60505:1999, definition 3.1.1[2]<sup>1</sup>]

---

<sup>1</sup> Figures in square brackets refer to the bibliography.

### 3.3

#### **SIE candidat**

système d'isolation électrique en cours d'évaluation pour déterminer son endurance électrique quand il est soumis à des impulsions de tension appliquées périodiquement

### 3.4

#### **SIE de référence**

système d'isolation électrique évalué et déterminé soit par une expérience en service connue, soit sur la base d'une évaluation fonctionnelle comparative connue quand il est soumis à des impulsions de tension appliquées périodiquement

### 3.5

#### **décharge partielle**

##### **DP**

décharge électrique qui ne court-circuite que partiellement l'isolation entre conducteurs

[CEI 60270:2000, définition 3.1 modifiée [1]]

### 3.6

#### **tension d'apparition de décharge partielle**

##### **TADP**

tension la plus faible à laquelle les décharges partielles sont déclenchées dans les conditions d'essai, quand la tension appliquée à l'objet est augmentée progressivement à partir d'une valeur plus faible pour laquelle aucune décharge de ce type n'est observée

### 3.7

#### **tension d'extinction de décharges partielles**

##### **TEDP**

tension la plus élevée à partir de laquelle les décharges partielles disparaissent dans les conditions d'essai quand la tension appliquée à l'objet est diminuée progressivement à partir d'une valeur plus élevée pour laquelle des décharges de ce type sont observées

### 3.8

#### **impulsion unipolaire**

impulsion de tension dont la polarité est soit positive, soit négative

### 3.9

#### **impulsion bipolaire**

impulsion de tension dont la polarité change alternativement du positif au négatif et vice versa

### 3.10

#### **polarité d'impulsion de tension**

polarité de l'impulsion appliquée, par rapport à la terre

### 3.11

#### **fréquence de répétition d'impulsion de tension**

inverse du temps entre deux impulsions successives quand les intervalles de temps sont les mêmes, les impulsions étant unipolaires ou bipolaires

### 3.12

#### **temps de montée d'une impulsion**

1,25 fois l'intervalle de temps entre 10 % et 90 % de l'impulsion de tension de zéro à crête, mesuré sur le front principal de l'impulsion

### 3.13

#### **taux de la montée de tension**

0,8 fois l'amplitude de l'impulsion de tension divisée par l'intervalle de temps entre 10 % et 90 % de l'amplitude d'impulsion de tension zéro à crête

**3.3****candidate EIS**

EIS under evaluation to determine its electrical endurance when exposed to repetitive voltage impulses

**3.4****reference EIS**

evaluated and established EIS with either a known service experience or a known comparative functional evaluation under repetitive voltage impulses

**3.5****partial discharge****PD**

electric discharge that only partially bridges the insulation between conductors

[IEC 60270:2000, definition 3.1 modified [1]]

**3.6****partial discharge inception voltage****PDIV**

lowest voltage at which partial discharges are initiated in the test arrangement, when the voltage applied to the object is gradually increased from a lower value at which no such discharges are observed

**3.7****partial discharge extinction voltage****PDEV**

highest voltage at which partial discharges are extinguished in the test arrangement, when the voltage applied to the object is gradually decreased from a higher value at which such discharges are observed

**3.8****unipolar impulse**

voltage impulse, the polarity of which is either positive or negative

**3.9****bipolar impulse**

voltage impulse, the polarity of which alternates from positive to negative or vice versa

**3.10****impulse-voltage polarity**

polarity of the applied impulse, with respect to earth

**3.11****impulse-voltage repetition rate**

inverse of the time between two successive impulses when the time intervals are the same, whether unipolar or bipolar

**3.12****impulse rise time**

1,25 times the time interval between 10 % and 90 % of the zero-to-peak impulse voltage, on the leading edge of the impulse

**3.13****rate of voltage rise**

0,8 times the impulse-voltage magnitude divided by the time interval between the 10 % and 90 % magnitude of the zero-to-peak impulse voltage

**3.14****coefficient d'endurance en tension****VEC**

exposant qui, avec le coefficient  $k$ , prévoit la relation entre la durée de vie et la tension à l'aide des modèles de puissance inverse et des modèles exponentiels

**3.15****durée de vie**

le temps ou le nombre d'impulsions avant défaillance

**4 Procédures d'essai générales****4.1 Vue d'ensemble**

Cet article décrit les procédures générales d'évaluation de la capacité d'un SIE à résister aux détériorations dues à des impulsions de tensions appliquées périodiquement. Deux méthodes sont proposées ci-après, selon le résultat souhaité:

- a) Un essai sélectif peut être effectué pour une seule tension d'essai afin d'évaluer d'autres MIEs ou différentes constructions physiques en comparaison avec le SIE précédemment évalué. Le but est de trouver le MIE (ou la construction), qui améliore l'endurance. De plus, un seul SIE peut être évalué par simple tension d'essai dans des conditions d'essais variables, telles que, des taux d'humidité différents, des taux de répétition d'impulsion variables, etc. afin de déterminer l'effet de cette grandeur.
- b) Un essai d'endurance peut être réalisé pour évaluer la relation entre l'impulsion de tension et la durée de vie pour chaque SIE à évaluer. Le SIE est évalué à plusieurs niveaux de tension, les autres conditions étant généralement constantes. Une relation possible entre l'endurance en tension et l'amplitude de tension peut être représentée par une loi de puissance inverse:

$$L = kU^{-n} \quad (1)$$

où

$L$  est le temps écoulé jusqu'à la défaillance ou le nombre d'impulsions avant défaillance de l'objet soumis à l'essai (pour une probabilité donnée);

$U$  est l'impulsion de tension appliquée;

$n$  est le coefficient connu d'endurance en tension (VEC);

$k$  est une constante.

D'autres relations sont aussi possibles. Par exemple, le modèle exponentiel est:

$$L = Ae^{-hU} \quad (2)$$

où  $A$  et  $h$  sont des constantes.

Les résultats d'un essai d'endurance électrique aux impulsions ou d'un essai de sélection dépendent d'un grand nombre de facteurs en plus de la capacité inhérente d'un SIE. Ces facteurs doivent être spécifiés et contrôlés dans tous les essais de vieillissement dus aux impulsions. L'annexe A passe en revue ces facteurs.

Les paragraphes suivants décrivent les procédures d'essai générales pour la sélection et l'essai d'endurance sous impulsion. La conception de l'objet et les caractéristiques de l'impulsion de tension dépendent du SIE qui est soumis à l'essai. Donc, des procédures d'essai spécifiques qui identifient la conception de l'objet de l'essai, les caractéristiques de l'impulsion pour un SIE particulier, seront décrites dans de futures parties de la CEI 62068.

**3.14****voltage endurance coefficient****VEC**

exponent of the inverse power model or exponential model, which together with the coefficient  $k$ , describes the relationship between life and voltage

**3.15****life**

either time or number of impulses to failure

**4 General test procedures****4.1 Overview**

This clause describes the general procedures for evaluating the ability of an EIS to resist deterioration due to repetitive impulse voltages. There are two methods, depending on the desired outcome.

- a) A screening test can be carried out at a single test voltage to assess alternative EIMs or different physical constructions by comparison with the previously evaluated EIS. The purpose is to find the EIM (or construction) which yields better endurance. In addition, a single EIS can be evaluated at a single test voltage under variable test conditions, such as different humidity, different impulse repetition rates, etc. to determine the effect of the variable.
- b) An endurance test can be conducted to estimate the relationship between impulse voltage and life for each EIS to be evaluated. The EIS is evaluated at several voltage levels, with the other conditions being usually constant. A possible relationship between voltage endurance and voltage magnitude can be represented by an inverse power law:

$$L = kU^{-n} \quad (1)$$

where

$L$  is the time to failure or number of impulses to failure of the test object (at a given probability);

$U$  is the applied impulse voltage;

$n$  is the voltage endurance coefficient (VEC);

$k$  is a constant.

Other relationships are also possible. For example, the exponential model is:

$$L = Ae^{-hU} \quad (2)$$

where  $A$  and  $h$  are constants.

The results from an impulse electrical endurance or screening test depend on a large number of factors in addition to the inherent capability of an EIS. These factors shall be specified and controlled in any impulse-ageing test. Annex A reviews these factors.

The following describes the general test procedures for impulse screening and endurance testing. The design of the test object and the impulse-voltage characteristics depend on the EIS that is being modelled. Thus, specific test procedures that outline the test object design and the impulse characteristics for a particular EIS will be described in future parts of IEC 62068.

## 4.2 Objet à l'essai

L'objet soumis à l'essai contient un conducteur séparé du conducteur à la terre par une isolation électrique. Certains modèles de SIE seront décrits dans de futures parties de la CEI 62068, et objectif. Il convient qu'un échantillon constitué d'un minimum recommandé de 11 objets à l'essai par niveau de tension soit utilisé pour chaque procédure d'essai. Un nombre plus important de spécimens peut être utile si une précision statistique plus importante est exigée pour détecter les petites différences.

## 4.3 Méthode d'essai de sélection

Il est nécessaire d'évaluer les matériaux et le SIE avant qu'ils ne soient intégrés dans un produit spécifique. Dans la plupart des cas, la forme finale de l'impulsion n'est pas connue à ce stade. Les essais de sélection définissent un seul ensemble de conditions d'essai et de caractéristiques d'impulsion de tension à appliquer à tous les matériaux évalués. Il est nécessaire d'avoir un ensemble de paramètres commun de sorte que des matériaux différents puissent être comparés sur la même base.

Il est aussi nécessaire d'établir un ensemble de paramètres figés de sorte que l'évaluation de l'effet d'un changement de ces paramètres puisse être comparée de façon réaliste.

### 4.3.1 Procédure d'essai

Un échantillonnage d'objets à l'essai doit être soumis à une impulsion de tension spécifiée selon les procédures d'endurance en tension de la CEI 60727-1. L'utilisation d'un courant de déclenchement peut être adapté à la détection de défaillances des objets soumis à l'essai. Dans certains types d'essai, d'autres moyens de détection de défaillance peuvent être requis. Il convient que les conditions d'essai sélectionnées prennent en compte les facteurs d'applicabilité décrits à l'Annexe A. Il convient que les caractéristiques d'impulsion de tension soient cohérentes avec celles de l'Article 5. Si une future partie de la CEI 62068 décrit un SIE pertinent, alors il convient que ses caractéristiques d'impulsion de tension soient cohérentes avec les caractéristiques décrites au Tableau 1.

La tension d'essai choisie doit être pertinente pour que le processus de défaillance soit modélisé.

### 4.3.2 Mesures de TADP et TEDP

Les TADP et TEDP doivent être mesurées sous tension impulsionnelles et non à la fréquence industrielle. S'il peut être démontré que la TADP (TEDP) est identique sous tension impulsionnelle et à fréquence industrielle, alors, les mesures (pour l'objet soumis à l'essai) peuvent être effectuées uniquement à la fréquence industrielle.

NOTE Les mesures normalisées telles que décrites dans la CEI 60270 ne s'appliquent pas pour des décharges partielles (DP) causées par des tensions impulsionnelles.

Comme les valeurs de TADP et TEDP peuvent varier de façon significative en fonction de l'instrument de mesure utilisé, il convient de préciser le système de mesure ainsi que le critère de détermination des TADP et TEDP.

### 4.3.3 Traitement des données

Les temps de défaillance doivent être traités en utilisant la distribution de Weibull à deux paramètres. Des essais complets ou simplement censurés peuvent être effectués (à condition qu'au moins  $(n + 1)/2$  (si  $n$  est impair) ou  $(n/2 + 1)$  (si  $n$  est pair) des spécimens défont). Sur la base des estimations d'échelle et de forme des paramètres (le premier correspondant au temps de défaillance avec une probabilité de 63,2 %), les temps de défaillance moyen et médian et le nombre d'impulsions avant défaillance, ainsi que les pourcentages de défaillance, peuvent être déterminés. La méthode disposant de la plus grande probabilité peut

## 4.2 Test object

The test object includes a conductor separated from the earth conductor by electrical insulation. Some EIS models will be described in future parts of IEC 62068. A sample consisting of at least 11 test objects per voltage level should be used for each test procedure. A greater number of specimens may be needed if greater statistical significance is required to detect small differences.

## 4.3 Screening test method

Materials and EIS need to be evaluated prior to being designed into a specific product. In most cases the final form of the impulse is not known at this stage. The screening test defines a unique set of test conditions and impulse-voltage characteristics to apply to all materials being evaluated. It is necessary to have a common set of parameters so that different materials can be judged on the same basis.

It is also necessary to establish a fixed set of parameters so that evaluation of the effect of change in parameters can be compared realistically.

### 4.3.1 Test procedure

A sample of test objects shall be subjected to the specified impulse voltage according to the voltage endurance procedures of IEC 60727-1. The use of a trip-current device may be a suitable means of monitoring specimen failures. In certain types of test objects, other means of detecting specimen failure may be required. The test conditions selected should take into account the applicable factors described in Annex A. The impulse-voltage characteristics should be consistent with those in Clause 5. If a future part of IEC 62068 describes a relevant EIS, then the impulse-voltage characteristics should be consistent with those described in Table 1.

The test voltage selected shall be relevant for the failure process being modelled.

### 4.3.2 PDIV and PDEV measurements

The PDIV and PDEV shall be measured under impulse voltage, rather than power-frequency voltage. If it can be shown that the PDIV (PDEV) is similar under impulse and power-frequency voltage, then (for the object under test) measurements can be made at power-frequency voltage only.

NOTE Standard measurement methods as described in IEC 60270 are not applicable for partial discharges (PD) caused by impulse voltages.

As the values of PDIV and PDEV may vary significantly depending on the instrument used to make measurements, the measuring system and the criterion used to establish PDIV and PDEV should be specified.

### 4.3.3 Data processing

Time-to-failures shall be processed using the two-parameter Weibull probability distribution. Either complete or singly censored tests can be carried out (providing that at least  $(n + 1)/2$  [if  $n$  is odd] or  $(n/2) + 1$  [if  $n$  is even] of the specimens fail). On the basis of the estimates of the scale and shape parameters (the former corresponding to time-to-failure at probability 63,2 %), the mean and median time-to-failure and number of impulses to failure, as well as

être utilisée pour estimer les paramètres d'échelle et de forme. Les intervalles de confiance des paramètres et des pourcentages peuvent être aussi calculés; une probabilité de 90 % est recommandée.

Les procédures d'analyse statistiques sont décrites dans la CEI 61649.

#### 4.3.4 Evaluation

Répéter l'essai de sélection pour chaque système à évaluer ou pour évaluer le changement d'un seul paramètre. Des évaluations relatives sont alors possibles en comparant le temps de défaillance ou le nombre d'impulsions avant défaillance pour une probabilité donnée: plus le temps de défaillance est long ou plus le nombre d'impulsions avant défaillance est important, et meilleure est la performance du SIE. Cette procédure aidera à choisir des candidats convenables pour la conception du SIE de l'équipement.

### 4.4 Méthode d'essai d'endurance

#### 4.4.1 SIE de référence

Pour effectuer l'essai, choisir au moins trois niveaux d'impulsion de tension différents supérieurs aux contraintes en services souhaitées (pour les besoins d'accélération de l'essai). Il est recommandé que la différence entre les niveaux de tension consécutifs soit au moins de 10 %. En référence à l'Equation (1), si  $n$  est connu comme étant plus grand que 15, alors les niveaux de tensions consécutifs peuvent être différents de moins de 10 %. Les niveaux de tension sont choisis afin que le mécanisme de défaillance reste le même dans toute la gamme des tensions d'essai. Les mécanismes de défaillance du SIE soumis à l'essai doivent être semblables aux mécanismes en mode opératoire. Plusieurs mécanismes de défaillance peuvent être distingués, par exemple, par un examen microscopique des sites de défaillance tout comme par une modification de la pente dans un tracé doublement logarithmique de la tension en fonction du nombre d'impulsions jusqu'à la défaillance (ou du temps de défaillance), due, par exemple, aux niveaux de tension en partie supérieurs ou inférieurs à TADP.

Réaliser l'essai d'endurance sur chaque objet d'essai, pour les tensions choisies, et déterminer le nombre d'impulsions avant défaillance ou le temps de défaillance. Traiter le nombre d'impulsions avant défaillance ou le nombre de minutes avant défaillance (pour les essais complets ou censurés) avec la fonction de Weibull à deux paramètres (voir 4.3.3). Estimer les valeurs de paramètre d'échelle (soit médian, moyen, ou un autre pourcentage prescrit) obtenus pour chaque niveau de tension d'essai et en faire un tracé logarithmique ou semi-logarithmique<sup>2</sup>.

#### 4.4.2 Essai comparatif

Après avoir établi une courbe d'endurance pour un SIE de référence, un autre SIE candidat peut être évalué en utilisant la même procédure d'essai et les mêmes tensions d'essai.

Une comparaison du VEC pour chaque candidat au SIE de référence indique la dégradation relative causée par l'impulsion de tension. De plus, le temps de défaillance ou le nombre d'impulsions avant défaillance, pour une probabilité donnée, obtenus à la tension d'essai la plus basse peuvent être comparés. Plus la différence entre le candidat et le système de référence est grande, meilleure est l'endurance souhaitée du SIE candidat en condition de fonctionnement, en supposant que le SIE candidat nécessite plus d'impulsions avant défaillance.

---

<sup>2</sup> Tracer la durée de vie (calculée par une méthode de régression) pour chacun des SIE examinés en utilisant un graphe en log-log (suivant Equation (1)). Si une droite n'est pas obtenue (avec un coefficient de corrélation <0,85), un graphe en semi-log peut être utilisé dans lequel le log de, soit le nombre d'impulsions, soit la durée en minutes, jusqu'à la défaillance est tracé en fonction de l'amplitude de la tension appliquée. Si une droite est obtenue, alors le modèle de durée de vie correspond à une loi exponentielle (Equation (2)). Toutefois, si une caractéristique non linéaire est encore obtenue, il est alors probable que le mécanisme de défaillance a changé à différents niveaux de tension. Il peut donc être nécessaire de répéter la séquence d'essai à différents niveaux de tension, en s'intéressant tout particulièrement aux TADP et TEDP.

failure percentiles, can be estimated. The maximum likelihood method can be used to estimate scale and shape parameters. Confidence intervals for the parameters and percentiles can be also calculated; a probability of 90 % is recommended.

Statistical analysis procedures are described in IEC 61649.

#### 4.3.4 Evaluation

Repeat this screening test for each system to be evaluated or for evaluation of changing a single parameter. Relative evaluations are then possible by comparing time-to-failure or the number of impulses to failure at a given probability: the longer time-to-failure or the more impulses to failure, the better the EIS performance. This procedure will assist in the selection of suitable candidates for the design of the equipment EIS.

### 4.4 Endurance test method

#### 4.4.1 Reference EIS

Select at least 3 different impulse-voltage levels for performing the test, which are higher than the expected service stress (for the purpose of test acceleration). The difference between consecutive voltage levels should be at least 10 %. Referring to Equation (1), if  $n$  is known to be higher than 15, then consecutive voltage levels can be different by less than 10 %. The voltage levels are selected in order that the failure processes remain the same in the test voltage range. Failure processes shall not differ from those encountered in operating conditions by the EIS under test. Different failure processes can be distinguished, for example, by microscopic examination of the failure sites as well as by a change in the slope of the plot of log voltage versus log number of impulses to failure (or log time-to-failure) due, for example, to test voltage levels in part above or below PDIV.

Perform the endurance test on each test object, at the selected voltages, and determine the number of impulses to failure or the time-to-failure. Process the number of impulses to failure or number of minutes to failure (for complete or censored tests) using the two-parameter Weibull function (see 4.3.3). Estimate the scale parameter values (either median, mean, or another prescribed percentile) obtained at each test-voltage level and plot them in a log-log or log-linear (semi-log) coordinate system<sup>2</sup>.

#### 4.4.2 Comparison test

After a reference EIS endurance curve has been established, another candidate EIS can be evaluated using the same test procedure and test voltages.

A comparison of the VEC for each candidate to the reference EIS indicates the relative degradation caused by the impulse voltage. Furthermore, the time-to-failure or number of impulses to failure, at a given probability, obtained at the lowest test voltage can be compared. The greater the difference between the candidate and the reference system, the better is the expected endurance of the candidate EIS under operating conditions, assuming the candidate EIS requires more impulses to failure.

---

<sup>2</sup> Draw a lifeline (calculated by a regression technique) for each examined EIS using a log-log plot according to Equation (1). If a straight line is not obtained (correlation coefficient  $<0,85$ ), a semi-log coordinate system can be used where the log of either the number of impulses or number of minutes to failure is plotted versus voltage. If a straight line is obtained, then the life model fits the exponential model, Equation (2). If a non-linear characteristic is still obtained, then it is likely that the failure process has changed at the different voltage levels. The test sequence may have to be repeated with different test voltages, investigating carefully the PDIV and PDEV values.

Les méthodes statistiques indiquées dans la CEI 61649 peuvent être utilisées pour évaluer les différences significatives. Lors des essais comparatifs, il est recommandé d'avoir suffisamment de spécimens pour détecter des différences à 10 % du niveau significatif quand il y a vraiment des différences<sup>3</sup>.

## 5 Caractéristiques d'impulsion de tension d'essai

Le Tableau 1 présente la gamme de caractéristiques d'impulsion de tension qui peuvent être utilisées dans l'attente d'une future partie de la CEI 62068 qui spécifiera les caractéristiques pour un SIE particulier. Il est recommandé que tout essai particulier ait des caractéristiques d'essai qui conviennent à l'environnement du type d'équipement utilisé. Il convient que le système de mesure d'impulsion de tension ait une bande passante d'au moins 10 MHz pour enregistrer précisément une impulsion avec un temps de montée de 40 ns.

**Tableau 1 – Caractéristiques d'impulsion de tension d'essai**

Caractéristiques	Gammes
Temps de montée	(0,04 à 1) µs
Taux de répétition	(1 à 20) kHz
Durée d'impulsion	(0,08 à 25) µs
Forme	Carré ou triangle
Polarité	Unipolaire ou bipolaire (de préférence)

.....

<sup>3</sup> Des différences significatives peuvent être détectées en comparant la superposition des niveaux de confiance de chaque SIE.

The statistical methods given in IEC 61649 can be used to assess significant differences. It is recommended that the comparison tests should have enough specimens to detect differences at the 10 % significance level if indeed there are differences<sup>3</sup>.

## 5 Test impulse-voltage characteristics

Table 1 shows one example of the range of impulse-voltage characteristics that can be used in the absence of a future part of IEC 62068, which would specify the characteristics for a particular EIS. Any particular test should have test characteristics that are appropriate for the environment for the type of equipment used. The impulse-voltage measurement system should have a bandwidth of at least 10 MHz to record a 40 ns rise-time impulse accurately.

**Table 1 –Test impulse-voltage characteristics**

Characteristic	Range
Rise time	(0,04 to 1) $\mu$ s
Repetition rate	(1 to 20) kHz
Impulse duration	(0,08 to 25) $\mu$ s
Shape	Square or triangular
Polarity	Bipolar (preferred) or unipolar

<sup>3</sup> Significant differences can be detected by observing if the confidence levels for each EIS overlap.

## Annexe A (informative)

### Vieillessement sous tension impulsionnelle

#### A.1 Généralités

Les circuits d'équipements peuvent être soumis à des tensions impulsionnelles se produisant suite à des commutations de tension ou du fait du foudroiement. L'augmentation de l'utilisation d'équipements électroniques impose de plus en plus des tensions impulsionnelles sur de nombreux systèmes d'isolation électrique. Actuellement, le taux de répétition de ces impulsions se situe dans la gamme de (0,5–20) kHz, pour des temps de montée compris entre (0,1–1)  $\mu$ s et des tensions crêtes pouvant dépasser 2 fois la valeur de la tension nominale.

Ces contraintes de courtes durées à taux de répétition élevées peuvent détériorer de manière différente les SIE que ne le font les tensions aux fréquences industrielles. Les dégradations peuvent être le résultat de l'un ou de plusieurs des mécanismes physiques suivants:

- les décharges partielles;
- l'injection et l'extraction d'une charge d'espace dans le MIE;
- la fatigue électromécanique due aux impulsions de courant associées à l'application de tensions impulsionnelles aux SIE de fortes capacités;
- un échauffement diélectrique dû aux composantes hautes fréquences de la tension.

Voir la CEI 62068-2 pour plus d'informations.

La détérioration due à l'application d'une tension impulsionnelle répétitive provenant des alimentations de l'électronique de puissance peut apparaître, par exemple, dans les différents types d'équipements électriques suivants:

- les bobinages de stators de moteurs bobinés de manière aléatoire;
- les bobinages rangés des machines moyenne tension;
- les alimentations de puissance et les capacités de filtrage;
- les transformateurs;
- les câbles de liaisons de puissance;
- les modules de puissance;
- les circuits imprimés.

#### A.2 Effet de la température

La dégradation électrique peut être augmentée de manière importante pour des températures élevées. Le taux de détérioration peut être augmenté si les pertes diélectriques du MIE sont augmentées, causant une nouvelle augmentation locale de la température dans une zone de fort champ. Une augmentation de la température provoque aussi une augmentation de la permittivité des MIE, ce qui provoque une contrainte plus grande aux bornes des cavités, et diminuant d'autant la tension d'apparition des décharges et augmentant leur activité. Dans les SIE confinés, l'augmentation de la température peut réduire la dimension de ces cavités au sein des SIE réduisant l'intensité des décharges et par suite le taux de détérioration. Mais l'augmentation de la température peut augmenter la pression du gaz dans les cavités fermées ce qui peut affecter l'activité des décharges partielles. De manière similaire, les temps de piégeage/dépiégeage des charges électriques piégées peuvent être plus courtes lorsque la température est élevée. Il faut donc que la température de l'objet soumis à l'essai soit clairement spécifiée lors des essais d'endurance.

## **Annex A** (informative)

### **Impulse ageing**

#### **A.1 General**

Equipment circuits may be subject to impulse voltages occurring as the result of lightning or switching impulses. However, the increasing use of electronic technology and electronic equipment is imposing repetitive impulse voltages on many electric insulation systems. Currently, the typical repetition rate of these impulses is in the range of (0,5-20) kHz, having an impulse rise time typically in the range (0,1-1)  $\mu$ s and a peak voltage exceeding twice the nominal value of the supply voltage.

These short-duration, high-repetition impulses can degrade insulation systems differently from the processes occurring under conventional a.c. power-frequency voltage. The electrical deterioration can result from one or more of several physical processes:

- partial discharges;
- injection and extraction of space charges in the EIMs;
- electromechanical fatigue due to the current impulses resulting from voltage impulses applied to high capacitance EIS;
- dielectric heating due to the high-frequency components in the voltage.

See IEC 62068-2 for more information.

Deterioration due to repetitive voltage impulses from electronic power supplies may, for example, occur in the following types of electrical equipment:

- random-wound motor stator windings;
- medium-voltage, form-wound stator windings;
- power-supply and filter capacitors;
- transformers;
- power cables;
- power-module-drives;
- printed-circuit boards.

#### **A.2 Effect of temperature**

Electrical degradation can be greatly altered at elevated temperature. The deterioration rate may be increased if the dielectric loss of EIMs is increased, which causes a further rise of local heating where high electric stress is applied. Higher insulation temperature can also increase the dielectric permittivity of EIMs, which increases electric stress in adjacent air gaps, decreases the partial discharge inception voltage causing the PD activity to increase. In confined EIS, increasing the temperature may reduce the size of voids within the EIS, reducing the PD intensity, and thus the deterioration rate. Raising the temperature may increase the gas pressure inside a closed void, which may affect PD activity. Similarly, electric charge trapping and detrapping times may be shorter at higher temperatures. Thus the temperature of the test object must be clearly specified for any endurance test.

### A.3 Effet de la contrainte mécanique

La contrainte mécanique, à la fois statique et dynamique, peut accroître la dégradation électrique de façon significative par un effet synergique décrit dans la CEI 60505. La contrainte mécanique peut, en fait, produire et/ou élargir les défauts de l'isolation, quand, par exemple, le champ électrique associé aux impulsions répétitives peut plus facilement augmenter la DP, tout comme il peut contribuer aux dégâts causés par l'énergie libérée par chaque impulsion, réduisant la barrière d'énergie du processus de dégradation.

### A.4 Effet de l'humidité et de l'environnement

L'humidité dans l'environnement d'un SIE altère la rigidité diélectrique de l'air, et donc l'activité de la DP. De même, l'humidité de l'air environnant et/ou le conditionnement de la surface du SIE peut affecter la distribution de la contrainte électrique et/ou la conduction des charges électriques sur la surface d'isolation, et donc modifier le taux de détérioration. Ainsi, il faut que l'humidité et l'environnement pendant un essai d'endurance soient définis et contrôlés.

### A.5 Effet des caractéristiques d'amplitude de tension et d'impulsion de tension

Dans certains équipements, la distribution de tension peut être très différente suivant la nature de la tension (impulsionnelle ou à la fréquence industrielle). L'amplitude et la durée de la contrainte électrique apparaissant entre les éléments des SIE et causée par ces phénomènes d'impulsion de tension dépendent de la position physique de la contrainte électrique relative par rapport à la connexion de l'alimentation en tension (entre phases ou par rapport à la terre), des caractéristiques du circuit électrique, des capacités en série et par rapport à la terre, des résistances et des inductances. Aussi, une conception rigoureuse des objets soumis à l'essai du SIE est requise pour simuler correctement l'impact des contraintes d'impulsion de tension.

Le temps de montée de l'impulsion de tension peut avoir des effets sur le taux de vieillissement, il faut, en conséquence, qu'il soit défini dans un essai. Dans certains SIE, comme ceux qui contiennent des enroulements multispaires, plus le temps de montée est court, plus la proportion de tension qui traverse certaines des spires adjacentes est grande. C'est pourquoi les temps de montée plus courts peuvent produire une endurance plus faible, si les décharges partielles sont la cause de dégradation. De plus, les processus physiques de détérioration peuvent dépendre du temps de montée. Par ailleurs, l'accumulation de charges peut être dépendante du temps, et donc affecter la distribution du champ électrique.

L'amplitude de tension aura un grand impact sur le taux de vieillissement. En général, plus la tension d'essai appliquée est élevée, plus le taux de vieillissement est important. Souvent un modèle de puissance inverse ou un modèle exponentiel peut représenter la relation entre l'endurance en tension et l'amplitude de tension.

Plus d'un processus de vieillissement causé par les impulsions de tension peut se produire dans n'importe quel SIE particulier. Ainsi, la détérioration peut se produire dans un SIE à cause d'un processus d'injection de la charge d'espace et d'un processus de décharge partielle. Il faut choisir la tension d'essai pour simuler le processus de détérioration souhaité (en général, celui qui est supposé se produire en service). Par exemple, si la détérioration causée par l'injection d'une charge d'espace est le seul processus à être simulé, alors il convient que la tension d'essai soit inférieure à la TEDP.

### **A.3 Effect of mechanical stress**

Mechanical stress, both static and dynamic, can enhance electrical degradation significantly through a synergistic effect described in IEC 60505. Mechanical stress can, in fact, produce and/or enlarge defects in insulation, where, for example, the electric field associated with repetitive impulses can more easily give rise to PD, as well as contribute to the damage caused by the energy released by each impulse, reducing the energy barrier for the degradation process.

### **A.4 Effect of humidity and the environment**

Humidity in the environment surrounding an EIS may alter the breakdown strength of the air, and thus the PD activity. Similarly, the humidity in the surrounding air and/or the surface condition of the EIS may affect the electrical stress distribution and/or the conduction of electrical charges on the insulation surface, and thus alter the deterioration rate. Therefore, the humidity and environment during an endurance test must be defined and controlled.

### **A.5 Effect of voltage magnitude and impulse-voltage characteristics**

In some equipment the voltage distribution can be significantly different under impulse- and power-frequency voltages. The magnitude and duration of the electric stress occurring between elements in electric insulation systems due to these impulse-voltage phenomena are dependent on the physical position of the electric stress relative to the supply voltage connection (phase-to-phase and phase-to-ground), the electric circuit characteristics, series and phase-to-ground capacitances, resistances and inductances. Thus, careful design of the EIS test objects is required to simulate properly the impact of impulse-voltage stresses.

The rise time of the impulse voltage can have several effects on the ageing rate and thus must be defined in a test. In certain EIS, such as those containing multiturn windings, the shorter the rise time, the greater the proportion of the voltage that is across some of the adjacent turns. Thus, shorter rise times could produce a shorter endurance, if partial discharge is a cause of degradation. In addition, the physical processes of deterioration can depend on the rise time. Furthermore, the accumulation of charges may be time dependent, and thus affect the electric field distribution.

The voltage magnitude will have a profound impact on the rate of ageing. In general, the higher the applied test voltage, the greater the ageing rate. Often an inverse power model or exponential model can represent the relationship between voltage endurance and voltage magnitude.

More than one ageing process due to voltage impulses may occur in any particular EIS. For instance, deterioration may occur in some EIS both due to a space charge injection process and a partial discharge process. The test voltage must be selected to simulate the desired deterioration process (generally, the one which is expected to occur in service). For example, if deterioration due to space charge injection is the only process to be simulated, then the test voltage should be below the PDEV.

## **A.6 Effet du taux de répétition d'impulsion**

Le taux de répétition de la tension d'impulsion peut avoir un effet positif ou négatif sur le nombre d'impulsions nécessaire pour causer une défaillance. Par exemple, à des taux de répétition d'impulsion élevés, il peut y avoir plus d'échauffement diélectrique, d'où un nombre plus petit d'impulsions avant défaillance. Autrement, pour certains processus de détérioration dépendant de DP et de la charge d'espace, différents processus de disparition de charge pourraient ne pas pouvoir se produire à des taux de répétition plus élevés, affectant donc le nombre d'impulsions nécessaires pour atteindre la défaillance. En conséquence, il faut définir le taux de répétition pour l'essai.

## **A.7 Effet de la polarité de l'impulsion**

Enfin, la nature oscillatoire de l'impulsion peut affecter le taux de détérioration. Les impulsions unipolaires entre le conducteur et la terre produisent généralement moins de détérioration par impulsion que des impulsions bipolaires de même amplitude. De même, pour les objets soumis à l'essai, ayant des champs électriques non uniformes, la polarité de la tension appliquée peut affecter l'endurance. La forme spécifique de l'impulsion (à l'exception du temps de montée) ne semble pas avoir une grande influence sur l'endurance. Par exemple, un objet soumis à l'essai, qu'il soit soumis à une impulsion carrée, ou bien à une impulsion triangulaire (avec les mêmes amplitude de crête, temps de montée et taux de répétition), pourrait avoir approximativement la même endurance.

## **A.8 Document de référence**

CEI 62068-2: *Système d'isolation électrique – Contraintes électriques produites par des impulsions de tension appliquées périodiquement – Partie 2: Etat de l'art*

## **A.6 Effect of impulse repetition rate**

The impulse-voltage repetition rate may have a positive or negative effect on the number of impulses needed to cause failure. For example, at higher impulse repetition rates, more dielectric heating may occur, resulting in a smaller number of impulses to failure. Alternatively, in some PD and space charge dependent deterioration processes, various charge decay processes may not be able to occur at higher repetition rates, thus affecting the number of impulses needed to result in failure. Consequently, the repetition rate must be defined for the testing.

## **A.7 Effect of impulse polarity**

Finally, the oscillatory nature of the impulse can affect the deterioration rate. Unipolar impulses between the conductor and ground generally produce less deterioration per impulse than bipolar impulses of the same magnitude. Similarly, in test objects having non-uniform electric fields, the polarity of the applied voltage can affect the endurance. The specific shape of the impulse (with the exception of rise time) does not seem to have a strong influence on the endurance. For example, a test object subjected either to a square impulse or a triangular impulse (with the same peak magnitude, rise time, and repetition rate) could have approximately the same endurance.

## **A.8 Reference document**

IEC 62068-2: *Electrical insulation systems – Electrical stresses produced by repetitive impulses – Part 2: State of the art*

## Bibliographie

[1] CEI 60270, *Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles*

[2] CEI 60505, *Evaluation et qualification des systèmes d'isolation électrique*



## Bibliography

[1] IEC 60270, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

[2] IEC 60505, *Evaluation and qualification of electrical insulation systems*



Copyright International Electrotechnical Commission



## Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

### **International Electrotechnical Commission**

3, rue de Varembé  
1211 Genève 20  
Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

**A Prioritaire**

Nicht frankieren  
Ne pas affranchir



Non affrancare  
No stamp required

**RÉPONSE PAYÉE**

**SUISSE**

Customer Service Centre (CSC)  
**International Electrotechnical Commission**  
3, rue de Varembé  
1211 GENEVA 20  
Switzerland



**Q1** Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

**Q2** Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent
- librarian
- researcher
- design engineer
- safety engineer
- testing engineer
- marketing specialist
- other.....

**Q3** I work for/in/as a: (tick all that apply)

- manufacturing
- consultant
- government
- test/certification facility
- public utility
- education
- military
- other.....

**Q4** This standard will be used for: (tick all that apply)

- general reference
- product research
- product design/development
- specifications
- tenders
- quality assessment
- certification
- technical documentation
- thesis
- manufacturing
- other.....

**Q5** This standard meets my needs: (tick one)

- not at all
- nearly
- fairly well
- exactly

**Q6** If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date
- standard is incomplete
- standard is too academic
- standard is too superficial
- title is misleading
- I made the wrong choice
- other .....

**Q7** Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
- (2) below average,
- (3) average,
- (4) above average,
- (5) exceptional,
- (6) not applicable

- timeliness.....
- quality of writing.....
- technical contents.....
- logic of arrangement of contents .....
- tables, charts, graphs, figures.....
- other .....

**Q8** I read/use the: (tick one)

- French text only
- English text only
- both English and French texts

**Q9** Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

**Commission Electrotechnique Internationale**

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

**A Prioritaire**

Nicht frankieren  
Ne pas affranchir



Non affrancare  
No stamp required

**RÉPONSE PAYÉE**

**SUISSE**

Centre du Service Clientèle (CSC)

**Commission Electrotechnique Internationale**

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse



**Q1** Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:  
(ex. 60601-1-1)  
.....

**Q2** En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?  
(cochez tout ce qui convient)  
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat
- bibliothécaire
- chercheur
- ingénieur concepteur
- ingénieur sécurité
- ingénieur d'essais
- spécialiste en marketing
- autre(s).....

**Q3** Je travaille:  
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie
- comme consultant
- pour un gouvernement
- pour un organisme d'essais/ certification
- dans un service public
- dans l'enseignement
- comme militaire
- autre(s).....

**Q4** Cette norme sera utilisée pour/comme  
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence
- une recherche de produit
- une étude/développement de produit
- des spécifications
- des soumissions
- une évaluation de la qualité
- une certification
- une documentation technique
- une thèse
- la fabrication
- autre(s).....

**Q5** Cette norme répond-elle à vos besoins:  
(une seule réponse)

- pas du tout
- à peu près
- assez bien
- parfaitement

**Q6** Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:  
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée
- la norme est incomplète
- la norme est trop théorique
- la norme est trop superficielle
- le titre est équivoque
- je n'ai pas fait le bon choix
- autre(s) .....

**Q7** Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres  
(1) inacceptable,  
(2) au-dessous de la moyenne,  
(3) moyen,  
(4) au-dessus de la moyenne,  
(5) exceptionnel,  
(6) sans objet

- publication en temps opportun .....
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique .....
- disposition logique du contenu .....
- tableaux, diagrammes, graphiques, figures .....
- autre(s) .....

**Q8** Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français
- uniquement le texte anglais
- les textes anglais et français

**Q9** Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....





ISBN 2-8318-7130-1



9 782831 871301

---

**ICS 29.080.30**

---

Typeset and printed by the IEC Central Office  
GENEVA, SWITZERLAND