NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60343

Deuxième édition
Second edition
1991-01

Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la résistance relative des matériaux isolants au claquage par les décharges superficielles

Recommended test methods for determining the relative resistance of insulating materials to breakdown by surface discharges



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60343: 1991

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
  Published yearly with regular updates

  (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
  Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60343

Deuxième édition
Second edition
1991-01

Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la résistance relative des matériaux isolants au claquage par les décharges superficielles

Recommended test methods for determining the relative resistance of insulating materials to breakdown by surface discharges

© IEC 1991 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 Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http: //www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE M

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

Articles

1 Domaine d'application 6

2 Références normatives 6

3 But et principe des essais 6

4 Dispositions d'essai 6

5 Appareillage électrique 12

6 Mode opératoire 14

7 Facteurs à prendre en considération 16

8 Procès-verbal d'essai 18

FIGURES 22

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

Clause

1 Scope 7

2 Normative references 7

3 Object and principle of test 7

4 Test arrangement 7

5 Electrical apparatus 13

6 Procedure 15

7 Factors to be taken into consideration 17

8 Test report 19

FIGURES 23

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

METHODES D'ESSAI RECOMMANDEES POUR LA DETERMINATION DE LA RESISTANCE RELATIVE DES MATERIAUX ISOLANTS AU CLAQUAGE PAR LES DECHARGES SUPERFICIELLES

AVANT-PROPOS

1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.

2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.

3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le voeu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente Norme internationale a été établie par le Sous-Comité 15B: Essais d'endurance, du Comité d'Etudes n° 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Cette deuxième édition de la CEI 343 remplace la première édition, publiée en 1970.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
15B(BC)65	15B(BC)70

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RECOMMENDED TEST METHODS FOR DETERMINING THE RELATIVE RESISTANCE OF INSULATING MATERIALS TO BREAKDOWN BY SURFACE DISCHARGES

FOREWORD

1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.

2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.

3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This International Standard has been prepared by Sub-Committee 15B: Endurance tests, of IEC Technical Committee No. 15: Insulating materials.

This second edition of IEC 343 replaces the first edition published in 1970.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
15B(CO)65	15B(CO)70

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

METHODES D'ESSAI RECOMMANDEES POUR LA DETERMINATION DE LA RESISTANCE RELATIVE DES MATERIAUX ISOLANTS AU CLAQUAGE PAR LES DECHARGES SUPERFICIELLES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux essais d'endurance sous décharges superficielles. Elle a pour but la détermination de la résistance relative des matériaux solides isolants au claquage lorsqu'ils sont soumis à des décharges superficielles.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60, *Techniques des essais à haute tension.*

CEI 212: 1971, *Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides.*

CEI 270: 1981, *Mesure des décharges partielles.*

3 But et principe des essais

On a besoin de moyens simples pour déterminer la résistance relative des matériaux solides isolants au claquage lorsqu'ils sont soumis à des décharges superficielles sous des contraintes de champ électrique à des fréquences utilisées en service industriel.

L'expérience montre que des essais d'endurance, prenant comme critère la perforation complète du matériau en présence de décharges superficielles créées par différents types d'électrode, conduisent à une classification des matériaux semblable et reproductible par rapport à ce type de contrainte, pourvu que l'on fasse circuler de l'air sec autour des électrodes et sur la surface de l'éprouvette durant l'essai.

4 Dispositions d'essai

4.1 *Electrodes d'essai*

Les essais doivent être exécutés en utilisant une électrode cylindrique en acier inoxydable et une électrode plane. La composition précise de l'acier inoxydable est sans importance. Ces électrodes doivent être réalisées comme suit:

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

RECOMMENDED TEST METHODS FOR DETERMINING THE RELATIVE RESISTANCE OF INSULATING MATERIALS TO BREAKDOWN BY SURFACE DISCHARGES

1 Scope

This International Standard concerns endurance tests with surface discharges. It is intended to assess the relative resistance of solid insulating materials to breakdown when exposed to surface discharges.

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60, *High-voltage test techniques.*

IEC 212: 1971, *Standard conditions for use prior to and during the testing of solid electrical insulating materials.*

IEC 270: 1981, *Partial discharge measurements.*

3 Object and principle of test

Simple means are required for assessing the relative resistance of solid insulating materials to breakdown when exposed to surface discharges while stressed by electrical field strengths at frequencies used in industrial service.

Experience shows that endurance tests, taking as a criterion the complete puncture of the material in the presence of surface discharges from several types of electrodes, provide a similar and reproducible classification of materials with respect to this type of stressing, provided that dry air is circulated around the electrodes and over the surface of the specimen during the test.

4 Test arrangement

4.1 *Test electrodes*

The tests shall be made using a stainless steel cylindrical electrode and a plate electrode. The precise grade of stainless steel is not important. These electrodes shall be as follows:

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.1.1 *Electrode cylindrique*

Elle consiste en un cylindre d'un diamètre de 6 mm ± 0,3 mm, dont l'arête vive est arrondie selon un rayon de 1 mm. Cette électrode, dont la masse ne doit pas dépasser 30 g, doit être normale à la surface de l'éprouvette et reposer sur celle-ci. Avec les matériaux mous, il est permis de ménager un intervalle ne dépassant pas 100 µm entre cette électrode et l'éprouvette pour éviter d'éventuelles détériorations mécaniques.

Il est commode d'introduire les éprouvettes très minces (épaisseur inférieure à 100 µm) entre les électrodes maintenues à une distance de 100 µm.

Lorsqu'il est nécessaire de réduire la capacité de l'éprouvette et l'échauffement thermique, des électrodes cylindriques d'un diamètre inférieur à 6 mm sont admises, pourvu que l'arrondi du bord ait toujours un rayon de 1 mm.

La figure 1 représente deux dispositions possibles des électrodes. La disposition de la figure 1b évite que l'électrode ne soit appliquée avec un dévers sur l'éprouvette lorsqu'un intervalle entre l'électrode et l'éprouvette n'est pas nécessaire. D'autres dispositions peuvent être adoptées.

4.1.2 *Electrode plane*

Elle est constituée par une plaque dont la surface est supérieure à celle qui est intéressée par les décharges autour de l'électrode cylindrique sous la tension d'essai (voir 4.2).

4.1.3 *Disposition des électrodes*

Il convient que, dans la mesure du possible, la disposition des électrodes ait un axe de symétrie. Le dispositif d'amenée d'air doit avoir une position telle que la circulation de l'air soit aussi uniforme que possible autour des différentes électrodes pour assurer une bonne reproductibilité des résultats. L'essai peut être exécuté avec une ou plusieurs électrodes au-dessus de l'éprouvette d'essai. Si on utilise plusieurs électrodes, la distance entre électrodes doit être suffisante pour éviter toute interaction entre décharges issues d'électrodes adjacentes et d'au moins 50 mm (voir figure 2).

4.2 *Eprouvettes d'essai*

Il convient que, dans la mesure du possible, les essais soient effectués sur des éprouvettes de l'une ou de plusieurs des épaisseurs nominales suivantes: 3,0 mm, 1,6 mm, 1,0 mm, 500 µm, 100 µm et 25 µm. Pour chaque épaisseur nominale, au moins neuf éprouvettes (surfaces d'éprouvette soumises aux décharges) doivent être essayées sous chaque tension.

La surface des éprouvettes doit être suffisante pour éviter les contournements, et leur épaisseur uniforme, dans la limite des tolérances normales pour les produits industriels. La surface supérieure de l'éprouvette exposée aux décharges doit être exempte d'impuretés.

Pour éviter de petites décharges entre l'éprouvette et l'électrode plane, il peut être nécessaire d'appliquer une électrode conductrice sur la surface inférieure de l'éprouvette. On doit prendre soin que le matériau choisi pour cette électrode n'interagisse pas avec le matériau de l'éprouvette, ou ne modifie pas de façon significative les propriétés de celle-ci.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.1.1 *Cylindrical electrode*

A cylinder of 6 mm ± 0,3 mm diameter with the sharp edge removed to leave a 1 mm radius. This electrode with a mass not exceeding 30 g shall be normal to the surface of the specimen and rest upon it. With soft materials, a gap not exceeding 100 µm between this electrode and the specimen is permitted to avoid possible mechanical damage.

It is convenient to introduce very thin specimens (thickness less than 100 µm) between electrodes fixed 100 µm apart.

When necessary to reduce specimen capacitance and minimize thermal heating, cylindrical electrodes of less than 6 mm are permissible provided the radius of the electrode edge is maintained at 1 mm.

Figure 1 shows examples of two electrode arrangements which may be used. The arrangement shown in figure 1b avoids the electrode being seated slightly canted on the specimen when a gap between electrode and specimen is not necessary. Other arrangements are possible.

4.1.2 *Plate electrode*

A plate having an area greater than the area covered by discharges from the cylindrical electrode at the test voltage (see 4.2).

4.1.3 *Electrode arrangement*

The electrode arrangement, whenever possible, should have axial symmetry. The air inlet shall be in a position to obtain an air distribution as uniform as possible on the different electrodes to ensure reproducible results. The test may be made with one or several electrodes above the test sample. If several electrodes are used, the inter-electrode separation shall be sufficient to avoid interaction between the discharges from adjacent electrodes and not less than 50 mm (see figure 2).

4.2 *Test specimen*

Whenever possible, tests should be made on specimens of one or more of the following nominal thicknesses: 3,0 mm, 1,6 mm, 1,0 mm, 500 µm, 100 µm and 25 µm. For each nominal thickness, not less than nine specimens (sample areas exposed to discharges) shall be tested at each voltage.

The specimen shall be of adequate area to avoid flashover and of uniform thickness, in accordance with normal industry tolerances. The upper surface of the specimen exposed to discharges shall be free from contamination.

To prevent small discharges between the specimen and the plate electrode it may be necessary to apply a conducting electrode to the lower surface of the specimen. Care shall be taken when selecting an electrode material to ensure that it does not react with or significantly change the specimen properties.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Les matériaux suivants sont couramment utilisés:

a) aluminium, argent ou or déposés sous vide. Il peut être nécessaire de reconditionner l'éprouvette après l'application de l'électrode;

b) feuille d'étain ou d'aluminium, d'une épaisseur de 0,025 mm et de même taille que l'éprouvette. La feuille peut être collée sur l'éprouvette avec une graisse minérale ou silicone adéquate. La quantité de graisse utilisée doit être aussi faible que possible. On doit d'autre part éviter tout dépôt de graisse sur l'autre face de l'éprouvette. La graisse ne devra pas entraîner pour l'éprouvette d'effet nocif résultant d'une attaque chimique;

c) peinture conductrice à l'argent.

Les essais doivent être effectués sur des éprouvettes qui ont été conditionnées de telle façon qu'elles soient à peu près en équilibre selon la CEI 212.

NOTE - Des essais spéciaux peuvent être effectués sur des empilements de matériau en film mince, mais les résultats seront probablement très différents de ceux obtenus avec une seule couche du même matériau d'épaisseur égale.

4.3 *Conditions d'essai*

L'essai est normalement effectué sur des éprouvettes non soumises à des contraintes, mais les éprouvettes peuvent être soumises à une contrainte mécanique durant l'exposition aux décharges, soit en appliquant une contrainte de traction, soit en courbant les éprouvettes sur une électrode inférieure courbe. Lorsqu'on applique une contrainte mécanique, la déformation doit être égale à 0,5 % pour les matériaux rigides et à 5 % pour les matériaux flexibles.

Les essais doivent être normalement exécutés dans de l'air asséché, à une humidité relative n'excédant pas 20 %. (Une humidité relative de 20 % ou moins peut être obtenue en faisant circuler l'air à travers une colonne de dessiccation contenant un desséchant convenable, comme $CaCl_2$.)

Le degré de siccité de l'air et son débit sur la surface supérieure des éprouvettes doivent être suffisants pour s'assurer que, dans les conditions d'essai, la durée de vie mesurée ne soit pas influencée par des concentrations locales de produits de dégradation (un débit de 0,5 litre/minute par éprouvette est généralement satisfaisant).

NOTES

1 Les essais sont normalement effectués à une température de 23 °C ± 2 °C. Il peut être utile d'effectuer les essais à des températures différentes de 23 °C ± 2 °C, par exemple à la température de service du matériau à essayer, ou selon la CEI 212.

2 Dans des cas particuliers, les essais peuvent être exécutés dans un milieu autre que l'air.

3 Pour éviter les dangers pour la santé présentés par la production de gaz actifs (par exemple O_3 et NO_2 dans l'air), il est judicieux d'effectuer les essais dans des enceintes étanches, l'air ayant circulé sur les éprouvettes en essai étant ensuite rejeté à l'extérieur du laboratoire.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The following materials are in common usage:

a) vacuum deposited aluminium, silver or gold. It may be necessary to condition the specimen after the electrode has been applied;

b) tin or aluminium foil, 0,025 mm thick and of the same size as the test specimen. The foil may be stuck to the specimen with a suitable petroleum or silicone grease. The amount of grease for this purpose should be a minimum. One must also avoid getting grease on the opposite side of the specimen. The grease shall have no harmful effect on the specimen due to chemical deterioration;

c) conducting silver paint.

Tests shall be carried out on test specimens which have been conditioned so that they are substantially in equilibrium in accordance with IEC 212.

NOTE - Special tests may be made on stacks of thin film material, but the results are likely to be very different from tests with a single layer of the same material of equal thickness.

4.3 *Test conditions*

The test is normally carried out on specimens without applied strain but specimens may be subjected to mechanical strain during exposure to discharges, either by applying tension or by bending sheet specimens over a curved plate electrode. Where mechanical strain is applied, 0,5 % deformation shall be used for rigid materials and 5 % for flexible materials.

Tests shall normally be made in air dried to a relative humidity not exceeding 20 % (relative humidity of 20 % or less can be obtained by passing the air through a drying column containing a suitable desiccant such as $CaCl_2$).

The degree of dryness of the air and its rate of flow across the upper surface of the specimens shall be sufficient to ensure that under the test conditions the measured life is not influenced by local concentrations of degradation products (a flow rate of 0,5 l/min per specimen has frequently been found satisfactory).

NOTES

1 Tests are normally made at a temperature of 23 °C ± 2 °C. It may be advantageous to carry out the tests at temperatures other than 23 °C ± 2 °C, for example at the service temperature of the material to be tested, or in accordance with IEC 212.

2 In particular cases, tests may be carried out in a medium other than air.

3 To avoid possible health hazard due to the production of active gases (e.g. O_3 and NO_2 in air), it is advisable to make the tests in sealed containers, with the air passed across the test specimens and then expelled outside the laboratory.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.4 *Tension d'essai*

4.4.1 *Fréquence et forme d'onde de la tension d'essai*

Il est recommandé d'effectuer les essais à la fréquence industrielle (48 Hz à 62 Hz). Si des essais doivent être exécutés à une fréquence plus élevée, il convient de déterminer la relation fonctionnelle entre l'endurance du matériau en essai et la fréquence dans les conditions d'essai, de façon que l'endurance équivalente à la fréquence industrielle puisse être calculée. On doit indiquer la durée de vie à la fréquence industrielle ainsi que celle à la fréquence d'essai, si celle-ci est différente.

La tension à la fréquence industrielle ou à plus haute fréquence doit être sensiblement sinusoïdale avec un rapport de la valeur de crête à la valeur efficace égal à $\sqrt{2}$ à 5 % près. La tension d'essai ne doit pas contenir d'harmoniques d'amplitude supérieure à 5 % (voir CEI 60).

4.4.2 *Essais sur des matériaux nouveaux*

La variation de la durée de vie avec la tension appliquée doit être déterminée au moins à trois tensions de même fréquence, les autres conditions étant les mêmes. La tension d'essai la plus élevée doit être choisie telle que la durée de vie équivalente à la fréquence industrielle ne soit pas inférieure à 100 h. La tension d'essai la plus faible doit être choisie telle que la durée de vie équivalente à la fréquence industrielle ne soit pas inférieure à 5 000 h.

Dans le cas de matériaux minces (épaisseur inférieure à 100 µm), on peut choisir la tension d'essai la plus faible telle que la durée de vie équivalente à la fréquence industrielle soit de 1 000 h.

Si l'essai est effectué simultanément sur neuf éprouvettes, il peut être arrêté après le cinquième claquage, qui représente la valeur médiane.

4.4.3 *Essais de réception de série sur des matériaux déjà évalués*

La durée de vie à une fréquence f doit être déterminée sous une tension telle qu'on peut prévoir, d'après des essais antérieurs sur le matériau, que le claquage se produirait au bout d'une durée équivalente de un an à la fréquence industrielle.

Dans le cas de matériaux minces (épaisseur inférieure à 100 µm), la tension d'essai doit être choisie telle que la durée de vie escomptée à la fréquence industrielle soit de 1 000 h.

5 Appareillage électrique

5.1 *Source de haute tension*

Les essais à la fréquence industrielle (48 Hz à 62 Hz) doivent être faits en utilisant un transformateur haute tension, un régulateur de tension, un disjoncteur et un voltmètre, en conformité avec les recommandations de la CEI 60.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.4 *Test voltage*

4.4.1 *Frequency and wave form of the testing voltage*

It is recommended that tests are made at power frequency (48 Hz to 62 Hz). If tests are to be made at a higher frequency, then the functional dependence of the endurance of the test material upon frequency under the conditions of test should be determined so that the equivalent endurance at power frequency may be calculated. It is required to report the calculated life at power frequency and also the test life measured at the test frequency if other than power frequency.

The power or higher-frequency voltage shall be approximately sinusoidal with a ratio of peak value to r.m.s. value within limits of $\sqrt{2} \pm 5\ \%$. The test voltage shall not contain harmonics exceeding 5 % in amplitude (see IEC 60).

4.4.2 *Test on new materials*

The variation of test life with applied voltage shall be determined for at least three voltages of the same frequency, other conditions being identical. The highest test voltage shall be chosen to give a specimen test life of not less than the equivalent of 100 h at power frequency. The lowest test voltage shall be chosen to give a specimen test life of not less than the equivalent of 5 000 h at power frequency.

In the case of thin materials (thickness less than 100 µm), it may be permissible to choose the lowest test voltage to give a test life equivalent to 1 000 h at power frequency.

Using nine specimens simultaneously the test can be finished after the fifth breakdown, which represents the central value.

4.4.3 *Routine acceptance tests on materials which have previously been assessed*

The test life at frequency *f* shall be determined at a voltage which is expected, from previous investigations on the material, to cause failure in the equivalent of one year at power frequency.

In the case of thin materials (thickness less than 100 µm), the test voltage shall be chosen to give an expected test life of 1 000 h at power frequency.

5 Electrical apparatus

5.1 *High-voltage source*

Test at power frequency (48 Hz to 62 Hz) shall be made using a high-voltage transformer, voltage regulator, circuit-breaker and voltmeter in accordance with the recommendations of IEC 60.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Les essais à des fréquences plus élevées peuvent être exécutés en utilisant soit un groupe convertisseur associé à un transformateur haute tension, soit une génératrice électronique ayant une puissance de sortie adéquate.

5.2 *Dispositif de contrôle de point limite*

L'endurance est peu influencée par des interruptions courtes (minutes) de la tension d'essai, pourvu que de l'air sec circule sur les éprouvettes. Il est donc admis, en cas de claquage à une électrode, d'actionner un disjoncteur dans l'alimentation d'essai et en même temps d'arrêter une horloge enregistrant la durée de l'essai. Il est plus commode cependant d'introduire un fusible ou un disjoncteur en série avec chaque électrode, de façon à pouvoir enregistrer la durée de l'essai pour chaque éprouvette. Une disposition convenable de fusible consiste en un fil de cuivre fin (0,03 mm) en série avec l'électrode HT et tendu entre une goupille et le bras mobile d'un microcontact servant à connecter un dispositif de mesure du temps. En aucun cas, l'impédance en série avec chaque éprouvette ne devra dépasser 10 kΩ.

NOTE - Il convient de prendre soin de ne pas induire de perturbations sur les éprouvettes restantes, par suite de surtensions éventuelles, produites par le claquage ou la déconnexion d'une éprouvette.

6 Mode opératoire

Le dispositif d'essai doit satisfaire aux conditions de l'article 4.

Préparer l'éprouvette comme indiqué en 4.2 et la disposer sur ou entre les électrodes comme indiqué en 4.1. En utilisant un appareillage électrique satisfaisant aux exigences de l'article 5, appliquer une tension entre les électrodes. Mesurer les décharges superficielles par l'une des méthodes décrites dans la CEI 270.

Les spécifications d'essai doivent contenir les informations suivantes:

a) s'il est prescrit un essai complet de type ou un essai de réception;

b) méthode de mesure de l'épaisseur de l'éprouvette;

c) nombre d'éprouvettes essayées à chaque tension, s'il est supérieur à neuf;

d) valeur de l'intervalle entre la surface supérieure de l'éprouvette et l'électrode cylindrique;

e) type de contact entre l'éprouvette et l'électrode plane (par exemple aluminium déposé sous vide, peinture à l'argent);

f) température d'essai, si elle est différente de 23 °C ± 2 °C;

g) milieu d'essai, si ce n'est pas l'air;

h) humidité relative du milieu d'essai, si elle est supérieure à 20 %;

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tests at higher frequencies may be made using either a motor generator and high-voltage transformer or an electronic generator with adequate power output.

5.2 *End point control device*

Endurance is little affected by short interruptions (minutes) of test voltage provided dry air is circulated over the test specimens. Thus it is permissible for a failure at one electrode to actuate a circuit-breaker to the test supply and simultaneously to stop a clock recording the duration of the test. It is more convenient, however, to include a fuse or a circuit-breaker in series with each test electrode so that the time for each specimen can be recorded. A suitable fusing arrangement consists of a thin (0,03 mm) copper wire in series with the high-voltage electrode, stretched between a pin and the moving arm of a microswitch connecting a time-measuring device. In no case should the impedance in series with each test specimen exceed 10 kΩ.

NOTE - Care should be taken not to induce disturbances on the remaining test specimens by possible voltage surges because of failure and/or disconnection of one specimen.

6 Procedure

The test apparatus shall satisfy the criteria in clause 4.

Prepare the test specimen as described in 4.2 and place it on or between the electrodes as described in 4.1. Using electrical apparatus satisfying the requirements of clause 5, apply a voltage between the electrodes. Measure the surface discharges by any one of the procedures described in IEC 270.

The specification of the test conditions shall include the following:

a) whether a full type test or a routine acceptance test is required;

b) the method for the measurement of specimen thickness;

c) the number of specimens to be tested at each voltage, if greater than nine;

d) the gap between the upper surface of the specimen and the rod electrode;

e) the type of contact between the specimen and the plate electrode (for example vacuum-deposited aluminium, silver paint);

f) the test temperature, if other than 23 °C ± 2 °C;

g) the test environment, if other than air;

h) the relative humidity of the test environment, if more than 20 %;

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

i) niveau et type de contrainte mécanique à imposer à l'éprouvette durant l'essai;

j) fréquence d'essai;

k) si la plus faible tension d'essai doit être choisie pour donner une durée de vie d'essai équivalente à au moins 1 000 h ou à au moins 5 000 h à la fréquence industrielle.

7 Facteurs à prendre en considération

Sous l'action de décharges, l'endurance d'une isolation décroît rapidement lorsque la contrainte croît, en fonction du type et de l'épaisseur de l'isolation, du milieu ambiant et de la température. Il faut noter que la comparaison des résultats est possible seulement lorsqu'on utilise des dispositions d'électrode identiques et lorsque les autres conditions d'essai sont les mêmes.

7.1 *Epaisseur de l'isolation*

La contrainte E_i sous laquelle les décharges apparaissent au début de l'essai d'endurance est fonction de l'épaisseur et de la permittivité relative ε_r de l'isolation. La valeur de E_i peut varier pendant l'essai; on détermine sa valeur initiale.

L'effet de l'épaisseur sur l'endurance peut être déterminé en traçant les courbes de la tension appliquée en fonction de la durée de vie, en prenant l'épaisseur comme paramètre (voir figure 3a).

Sous décharges à partir d'une tige cylindrique vers une feuille plane d'isolation, la diminution de la durée de vie avec l'augmentation du rapport E/E_i est souvent plus forte avec des éprouvettes minces qu'avec des éprouvettes épaisses. Le tracé de la courbe E/E_i en fonction de la durée de vie pour un matériau peut conduire à une meilleure compréhension de sa résistance aux décharges (voir figure 3b).

E et E_i sont respectivement les quotients de la tension d'essai et de la tension d'apparition des décharges par l'épaisseur moyenne de l'éprouvette.

7.2 *Température ambiante*

La résistance aux décharges de beaucoup de matériaux décroît lorsque la température augmente.

7.3 *Contrainte mécanique*

Une contrainte de traction réduit la résistance aux décharges de beaucoup de matériaux. Une contrainte de compression ne semble pas avoir d'effet significatif.

7.4 *Humidité*

La formation d'un film conducteur en atmosphère humide peut réduire l'intensité des décharges mais peut aussi donner lieu à des dégradations chimiques.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

i) the level and type of mechanical strain to be imposed on the specimen throughout the test;

j) the test frequency;

k) whether the lowest test voltage should be chosen to give a test life equivalent to at least 1 000 h or at least 5 000 h at power frequency.

7 Factors to be taken into consideration

When exposed to discharges, the endurance of insulation decreases rapidly with increasing stress depending on the type and thickness of insulation, the ambient medium and the temperature. It should be noted that a comparison of data is only possible when identical electrode arrangements are used and when the other test conditions are kept constant.

7.1 *Insulation thickness*

The stress E_i at which surface discharges occur at the beginning of the endurance test is a function of the thickness and relative permittivity ε_r of the insulation. This value E_i may change during the test; its initial value is determined.

The effect of thickness on endurance may be determined by plotting the applied voltage stress E versus test life using thickness as a parameter (see figure 3a).

For discharges from a rod on to a plane sheet of insulation, the decrease in test life with increase in the ratio E/E_i is often more rapid with thin specimens than with thicker specimens. A plot of E/E_i against test life for a material may lead to a better understanding of its discharge resistance (see figure 3b).

E and E_i are, respectively, the stressing and the discharge inception voltages divided by the average specimen thickness.

7.2 *Ambient temperature*

The discharge resistance of many materials decreases with increasing temperature.

7.3 *Mechanical strain*

Tensile strain reduces the discharge resistance of many materials. Compressive strain seems to have no significant effect.

7.4 *Humidity*

Deposition of conducting films in humid atmospheres may reduce discharge activity but can give rise to chemical degradation.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.5 *Pression de l'air*

Une augmentation de la pression de l'air augmente le gradient d'apparition des décharges superficielles. Cependant, dans ce cas, en présence de décharges, la durée de vie peut diminuer, car les décharges sont plus intenses.

7.6 *Fréquence*

Si la fréquence est trop élevée, un emballement thermique peut provoquer un claquage thermique, de sorte que l'endurance à la tension calculée à partir des essais à haute fréquence peut être plus courte que celle mesurée à fréquence industrielle.

7.7 *Couches conductrices*

Les couches conductrices qui se forment à la fréquence industrielle se développent plus rapidement aux fréquences plus élevées affectant le régime des décharges et causant souvent une extinction périodique ou complète des décharges; l'endurance en tension ramenée à la fréquence industrielle peut par suite être beaucoup plus élevée que celle mesurée directement à la fréquence industrielle.

8 Procès-verbal d'essai

Le procès verbal doit comprendre:

a) signalement du fabricant et identification du matériau, comprenant le nom courant du type de matériau, et les additifs s'ils sont connus;

b) méthode de préparation des éprouvettes et tout préconditionnement auquel elles ont été soumises;

c) gamme nominale et mesurée des épaisseurs des éprouvettes;

d) nombre d'éprouvettes essayées à chaque tension;

e) masse des électrodes, si elle est différente de 30 g;

f) dimension de l'intervalle entre la surface de l'éprouvette et les électrodes;

g) diamètre de l'électrode haute tension, si elle est différente de 6 mm;

h) milieu ambiant: air ou autre gaz;

i) température et pression barométrique au niveau des électrodes supérieures;

j) taux d'humidité et débit de gaz par éprouvette;

k) nature et valeur de toute contrainte mécanique appliquée pendant l'essai;

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.5 *Air pressure*

Increasing the air pressure increases the stress at which surface discharges begin. However, in this case, in the presence of discharges test life may decrease because the discharges are more intense.

7.6 *Frequency*

If the frequency is too high, cumulative heating may cause thermal breakdown so that voltage endurance calculated from measurements at a higher frequency will be shorter than measured test life at power frequency.

7.7 *Conducting surface layers*

Conducting surface layers which occur at power frequency form more rapidly at higher frequencies, affecting the discharge characteristics and often causing periodic or complete extinction of the discharges; the voltage endurance, corrected to power frequency, may then be much greater than in the case of real measurement at power frequency.

8 **Test report**

The test report shall include:

a) manufacturer's description and identification of the material including the type common name, and additives if known;

b) the method of preparing the test specimens, and any preconditioning to which they were subjected;

c) the nominal and measured range of thickness of the specimens;

d) the number of specimens tested at each voltage;

e) the mass of the electrodes, if other than 30 g;

f) the width of the gap between the specimen surface and the electrodes;

g) the diameter of the high-voltage electrode if other than 6 mm;

h) the test medium: air or other gas;

i) the temperature and barometric pressure at the upper electrodes;

j) the humidity and the gas flow rate per specimen;

k) the nature and magnitude of any mechanical stress which is applied during the test;

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

l) fréquence de la tension d'essai;

m) valeur centrale et temps jusqu'au claquage de toutes les éprouvettes défaillantes pour chaque tension d'essai à la fréquence d'essai, et les valeurs correspondantes calculées à la fréquence industrielle si la fréquence d'essai est autre que 48 à 62 Hz;

n) si elles sont connues, valeurs des plus grandes décharges (en pC) à chaque tension d'essai au début de l'essai d'endurance sous tension;

o) les résultats présentés sous forme de graphiques. La courbe de durée de vie avec décharges superficielles est présentée comme la contrainte E en fonction de la valeur centrale de la durée de vie d'essai (voir exemple de la figure 3a). La présentation peut être faite sur papier semilog ou log-log. En complément, les résultats peuvent être présentés sous forme de E/E_i comme indiqué dans la figure 3b.

NOTE - Il n'est pas nécessaire de présenter sous forme graphique les résultats d'essais de réception de série.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

l) the frequency of the test voltage;

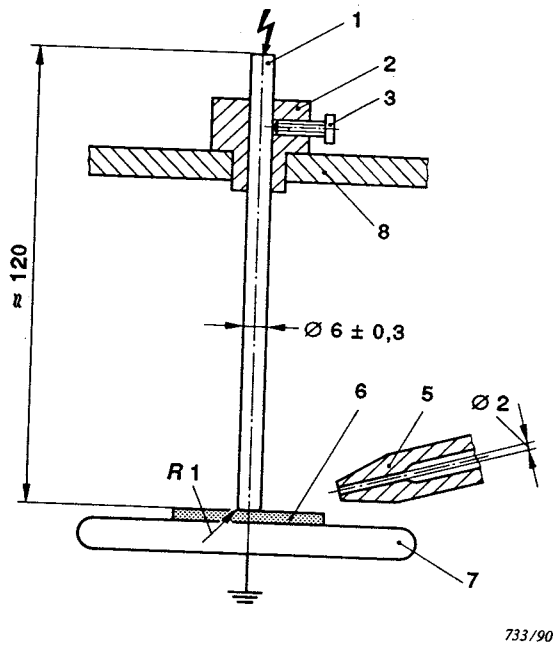
m) the central value and the times to breakdown of all specimens failed at each test voltage at the test frequency, and the corresponding values calculated at power frequency if the test frequency was other than 48 Hz to 62 Hz;

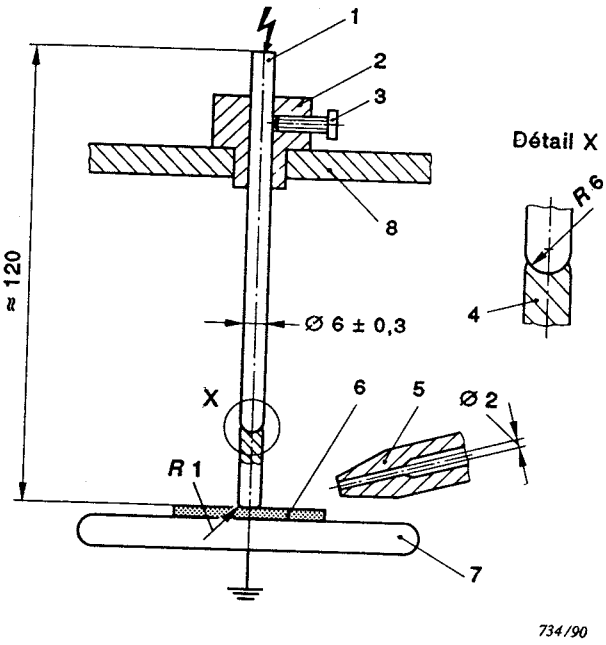
n) where available, the magnitude of the largest discharges (in pC) at each test voltage at the beginning of the voltage endurance tests;

o) the test results in the form of graphs. The life line with surface discharges is presented as the stress E versus the central value of the test life (see example in figure 3a). The presentation may be in a semilog or log-log paper. Data may be presented additionally as E/E_i as shown in figure 3b.

NOTE - Results of routine acceptance tests need not be presented graphically.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale





Dimensions en millimètres

Figure 1a - Exemple avec électrode cylindrique d'une seule pièce

Figure 1b - Exemple avec électrode articulée en deux pièces, sans porte-à-faux

1 = électrode haute tension

2 = bague de guidage avec connexion haute tension (autres systèmes possibles)

3 = écrou de blocage pour ajustement de la distance entre électrodes (autres solutions possibles)

4 = partie inférieure de l'électrode haute tension (cas d'électrode en deux pièces)

5 = buse d'air (en PVC par exemple)

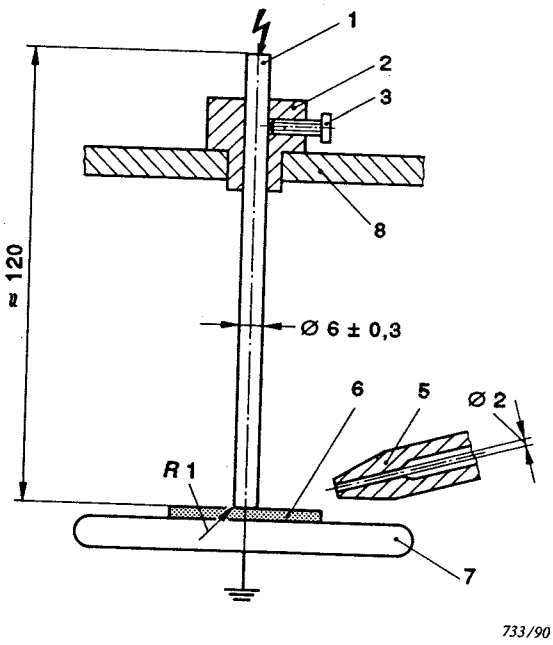
6 = éprouvette

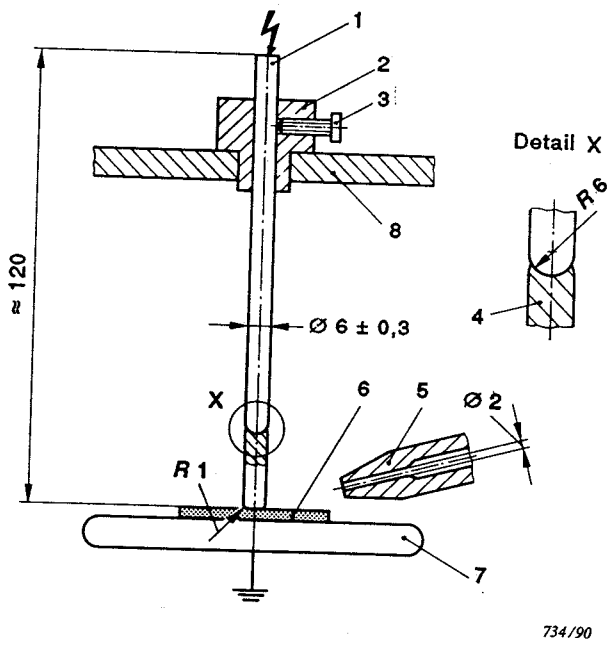
7 = électrode basse tension

8 = support d'électrode (en complexe verre-mica, par exemple)

Figure 1 - Exemples de disposition d'ensemble des électrodes

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale





Dimensions in millimetres

Figure 1a - Example with one-piece rod electrode

Figure 1b - Example with two-piece non-canting articulated electrode

1 = high-voltage electrode

2 = guiding socket with high-voltage connection (other solution possible)

3 = clamping screw for adjustment of electrode separation (other solution possible)

4 = lower part of high-voltage electrode (when applicable)

5 = air nozzle (e.g. made of PVC)

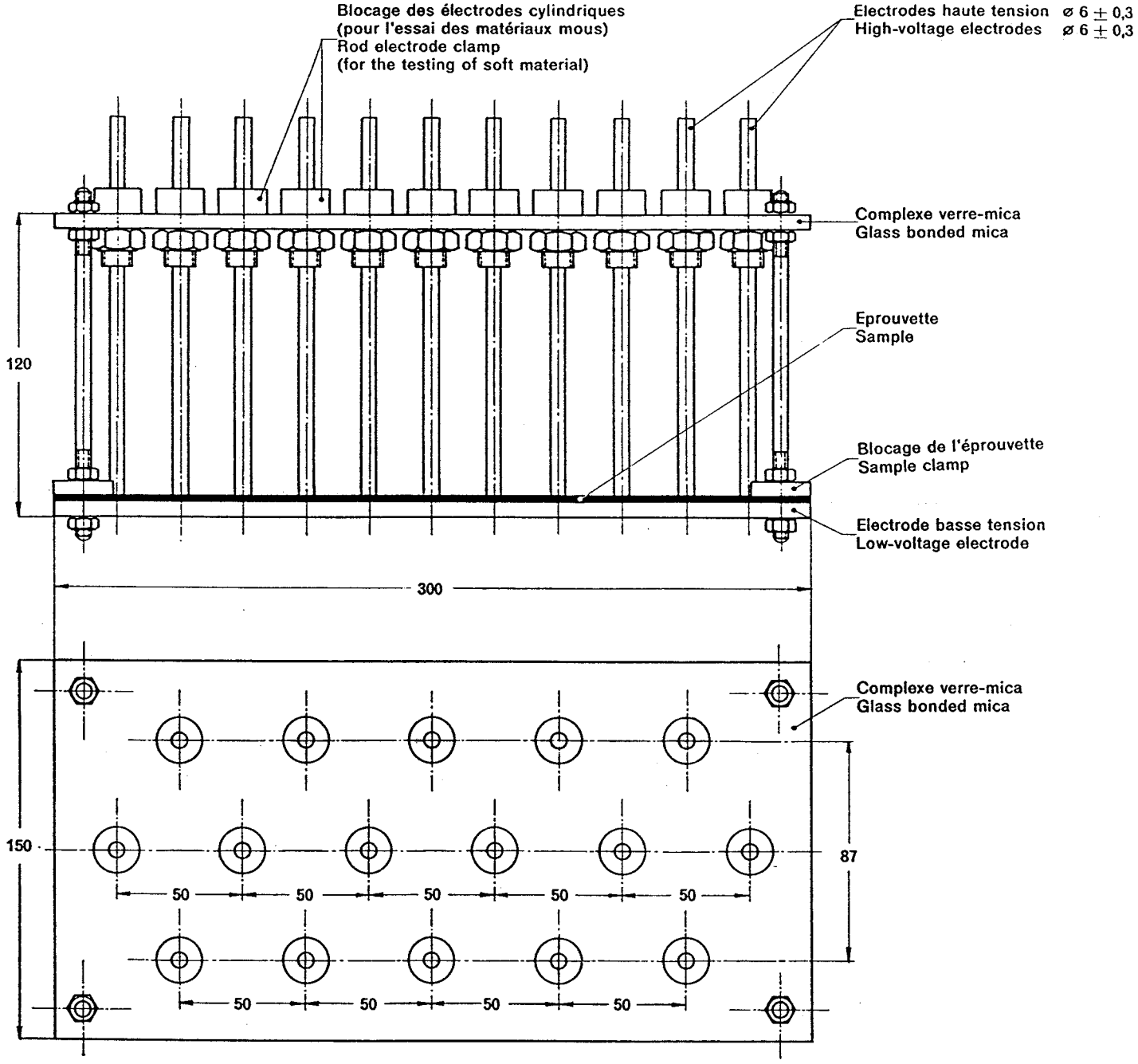
6 = specimen

7 = low-voltage electrode

8 = electrode support (e.g. made of glass bonded mica)

Figure 1 - Examples of general arrangement of electrodes

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure 2 - Exemple de disposition générale des électrodes

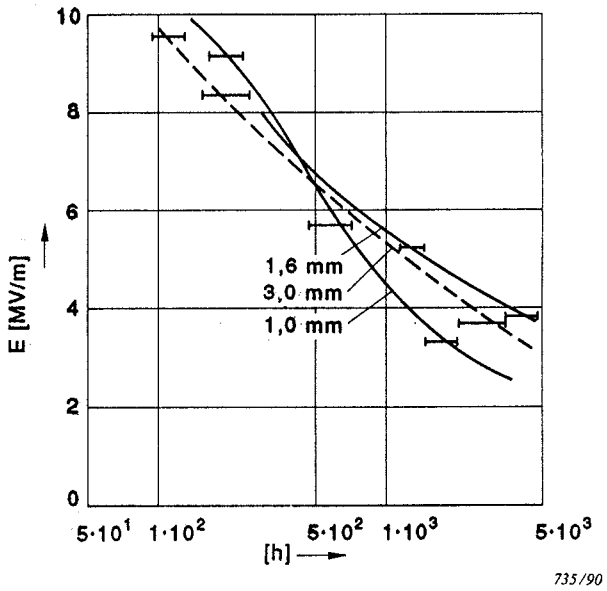
Example of general arrangement of electrodes

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Décharges superficielles: effet de l'épaisseur sur l'endurance à 21 °C d'un matériau X

Surface discharges: effect of thickness on endurance at 21 °C of material X

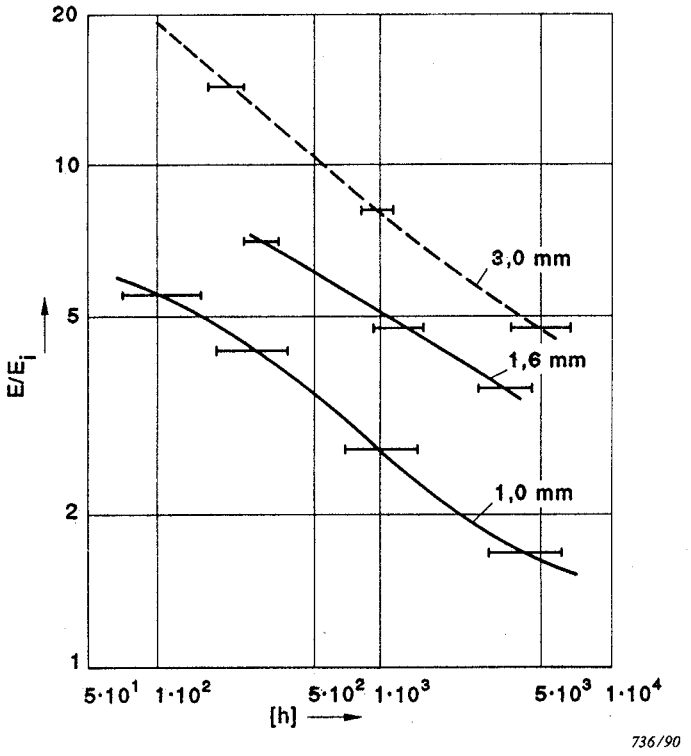


Durée de vie à 50 Hz

Life at 50 Hz

Figure 3a - Courbe de durée de vie en coordonnées semilogarithmiques

Life line in semilog plot



Durée de vie à 50 Hz

Life at 50 Hz

Figure 3b - Courbe de durée de vie en coordonnées logarithmiques

Life line in log-log plot

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ICS 17.220.99 ; 29.035.01

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale