

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
60797**

Première édition
First edition
1984-01

**Résistance résiduelle des éléments de chaîne
d'isolateurs en verre ou en matière céramique
pour lignes aériennes après détérioration
mécanique du diélectrique**

**Residual strength of string insulator units
of glass or ceramic material for overhead lines
after mechanical damage of the dielectric**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60797: 1984

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.

RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT

CEI
IEC
60797

Première édition
First edition
1984-01

**Résistance résiduelle des éléments de chaîne
d'isolateurs en verre ou en matière céramique
pour lignes aériennes après détérioration
mécanique du diélectrique**

**Residual strength of string insulator units
of glass or ceramic material for overhead lines
after mechanical damage of the dielectric**

© IEC 1984 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
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

H

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Définition de la résistance résiduelle d'un isolateur capot et tige	8
4. Essai de résistance résiduelle	8
4.1 Classification	8
4.2 Nombre de pièces pour l'essai	8
4.3 Essais préliminaires	8
4.4 Préparation des pièces à essayer	10
4.5 Essai de résistance résiduelle	10
4.6 Evaluation des résultats d'essai	10
ANNEXE A1 - Résistance résiduelle des isolateurs à long fût en matière céramique	14
A2 - Essais préliminaires	14

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	9
2. Object	9
3. Definition of the residual strength of a cap and pin insulator	9
4. Residual strength test	9
4.1 Classification	9
4.2 Number of test pieces	9
4.3 Previous tests	9
4.4 Preparation of the test pieces	11
4.5 Residual strength test	11
4.6 Evaluation of the test results	11
APPENDIX A1 - Residual strength of ceramic long rod insulators	15
A2 - Previous tests	15

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSISTANCE RÉSIDUELLE DES ÉLÉMENTS DE CHAÎNE D'ISOLATEURS EN VERRE OU EN MATIÈRE CÉRAMIQUE POUR LIGNES AÉRIENNES APRÈS DÉTÉRIORATION MÉCANIQUE DU DIÉLECTRIQUE

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

Le présent rapport a été établi par le Sous-Comité 36B: Isolateurs pour lignes aériennes, du Comité d'Etudes n° 36 de la CEI: Isolateurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Table with 4 columns: Règle des Six Mois, Rapport de vote, Procédure des Deux Mois, Rapport de vote. Rows: 36B(BC)73, 36B(BC)76, 36B(BC)80, 36B(BC)83.

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote correspondants mentionnés dans le tableau ci-dessus.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans le présent rapport:

- Publications nos 120 (1984): Dimensions des assemblages à rotule et logement de rotule des éléments de chaînes d'isolateurs.
383 (1983): Essais des isolateurs en matière céramique ou en verre destinés aux lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V.
471 (1977): Dimensions des assemblages à chape et tenon des éléments de chaînes d'isolateurs.
575 (1977): Essai d'endurance thermomécanique et essai d'endurance mécanique des éléments de chaînes d'isolateurs.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RESIDUAL STRENGTH OF STRING INSULATOR UNITS
 OF GLASS OR CERAMIC MATERIAL
 FOR OVERHEAD LINES AFTER MECHANICAL
 DAMAGE OF THE DIELECTRIC**

FOREWORD

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

PREFACE

This report has been prepared by Sub-Committee 36B: Insulators for Overhead Lines, of IEC Technical Committee No. 36: Insulators.

This text of this standard is based upon the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
36B(CO)73	36B(CO)76	36B(CO)80	36B(CO)83

Further information can be found in the relevant Reports on Voting indicated in the table above.

The following IEC publications are quoted in this report:

- Publications Nos. 120 (1984): Dimensions of Ball and Socket Couplings of String Insulator Units.
- 383 (1983): Tests on Insulators of Ceramic Material or Glass for Overhead Lines with a Nominal Voltage Greater than 1 000 V.
- 471 (1977): Dimensions of Clevis and Tongue Couplings of String Insulator Units.
- 575 (1977): Thermal-mechanical Performance Test and Mechanical Performance Test on String Insulator Units.

RÉSISTANCE RÉSIDUELLE DES ÉLÉMENTS DE CHAÎNE D'ISOLATEURS EN VERRE OU EN MATIÈRE CÉRAMIQUE POUR LIGNES AÉRIENNES APRÈS DÉTÉRIORATION MÉCANIQUE DU DIÉLECTRIQUE

INTRODUCTION

Tous les types d'isolateurs peuvent être endommagés en service par des causes extérieures telles que: arcs de puissance, vandalisme et autres causes diverses. La partie diélectrique des isolateurs de la classe B (voir article 4 de la Publication 383 de la CEI: Essais des isolateurs en matière céramique ou en verre destinés aux lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V), tels que les isolateurs capot et tige, peut aussi être endommagée par perforation électrique. La Publication 383 de la CEI ne contient pas d'essai pour la vérification de la résistance mécanique résiduelle. Si l'isolateur n'est pas complètement détruit, il est alors important de connaître sa résistance mécanique résiduelle.

Dans ce rapport, seuls les isolateurs capot et tige en verre trempé et en céramique ainsi que les isolateurs à long fût en céramique sont pris en considération.

Il existe des différences entre la détérioration effective et les performances qui en résultent pour ces trois types d'isolateurs. Il est donc nécessaire de considérer chaque type séparément quand on discute de la résistance résiduelle et de l'essai de résistance résiduelle, quoique les trois types d'isolateurs aient la même application sur les lignes aériennes en tant qu'éléments de chaîne d'isolateurs.

Pour les isolateurs capot et tige en céramique, le degré de détérioration est variable et dépend autant du type que de la puissance du choc mécanique. La détérioration de la céramique peut entraîner la réduction de la résistance mécanique de l'isolateur.

Dans le cas des isolateurs capot et tige en verre trempé, chaque rupture conduit au bris immédiat et complet en petits morceaux de verre, y compris la partie se trouvant à l'intérieur du capot. On peut alors s'attendre à une réduction de la résistance mécanique de l'isolateur.

Les isolateurs à long fût en céramique peuvent être endommagés à différents degrés depuis la rupture d'un fragment d'ailette jusqu'à la destruction complète. Un endommagement du fût de l'isolateur peut entraîner une réduction de la résistance mécanique. Pour les isolateurs à long fût en céramique, il n'a pas encore été possible de définir un essai de résistance résiduelle. La raison en est qu'il n'est ni possible de définir une préparation adéquate des échantillons, ni possible d'y trouver une relation générale entre l'étendue du dommage et la réduction de la résistance mécanique. L'annexe A1 du présent rapport donne davantage d'informations sur les différents aspects de résistance résiduelle pour les isolateurs à long fût en céramique.

Pour les isolateurs capot et tige en verre trempé et en céramique, on a trouvé que la résistance résiduelle dépendait du dessin de l'isolateur et, dans une moindre part, de la fabrication, des matériaux utilisés et du degré de détérioration (ce dernier facteur s'appliquant aux isolateurs en céramique seulement).

Depuis de nombreuses années, des essais de résistance résiduelle de différentes sortes sont exécutés par les fabricants et les utilisateurs d'isolateurs. A partir de là, il est maintenant possible de définir un essai de résistance résiduelle pour les isolateurs capot et tige qui donne une information utile.

RESIDUAL STRENGTH OF STRING INSULATOR UNITS OF GLASS OR CERAMIC MATERIAL FOR OVERHEAD LINES AFTER MECHANICAL DAMAGE OF THE DIELECTRIC

INTRODUCTION

All types of insulators can be damaged in service by external causes such as power arcs, vandalism and various other causes. The dielectric part of a type B insulator (see Clause 4 of IEC Publication 383: Tests on Insulators of Ceramic Material or Glass for Overhead Lines with a Nominal Voltage Greater than 1 000 V), such as a cap and pin insulator, can also be damaged by electrical puncture. IEC Publication 383 does not contain a test for verification of the residual mechanical strength. If the insulator is not completely destroyed, its residual mechanical strength is important.

In this report only toughened glass and ceramic cap and pin insulators and ceramic long rod insulators are considered.

There are differences in the effective damage and the subsequent performance of these three types of insulator. Therefore, it is necessary to consider each type separately when discussing the residual strength and a residual strength test, even though all three types of insulators are intended for the same application as string insulator units on overhead lines.

For ceramic cap and pin insulators, the degree of damage is variable, depending on the type and the force of the mechanical impact. Damage to the ceramic may cause a reduction of the mechanical strength of the insulator.

In the case of toughened-glass cap and pin insulators, any breakage leads to the immediate and complete shattering of the glass into small pieces, including the part inside the cap. A reduction of the mechanical strength of the insulator may then be expected.

Ceramic long rod insulators can be damaged to different degrees between minor chipping of a shed and complete destruction. Damage to the core of the insulator can cause reduction of its mechanical strength. For ceramic long rod insulators it is not yet possible to define a residual strength test. The reason for this is that it is neither possible to define a representative preparation of the test samples nor possible to find a relation between the extent of the damage and the reduction of the mechanical strength. More information is given about the residual strength aspects of ceramic long rod insulators in Appendix A1 to this report.

For toughened-glass and ceramic cap and pin insulators, it has been found that the residual strength depends on the design of the insulator, and to a lesser extent on the manufacture, the materials used, and the degree of damage (the latter factor for ceramic insulators only).

Different residual strength tests have been performed by both manufacturers and users for many years. On the basis of this experience, it is now possible to define a residual strength test for cap and pin insulators which gives useful information.

Le présent rapport contient une proposition d'essai normalisé de résistance résiduelle pour les isolateurs capot et tige; il sera ainsi possible de recueillir des résultats comparables.

La procédure d'essai, la classification (essai de type ou essai sur prélèvement) et les critères d'acceptation pourront être confirmés ou modifiés quand ces résultats seront disponibles, dans quelques années.

Note. — Les articles de ce rapport sont présentés à la façon d'une norme.

1. Domaine d'application

Le présent rapport est applicable aux éléments de chaîne d'isolateurs du type capot et tige avec partie isolante en verre trempé ou en matière céramique.

Note. — La procédure d'essai décrite dans ce rapport ne s'applique pas aux isolateurs à long fût en céramique pour les raisons exposées dans l'annexe A. Les éléments de chaîne d'isolateurs capot et tige en verre recuit ne sont pas pris en considération dans ce rapport.

2. Objet

Le présent rapport est publié en vue de spécifier une procédure normalisée pour l'exécution et l'évaluation d'un essai de résistance mécanique résiduelle en vue d'acquiescer une plus grande expérience sur ces essais et d'en tirer des conclusions.

3. Définition de la résistance résiduelle d'un isolateur capot et tige

La résistance résiduelle est la charge mécanique maximale pouvant être atteinte quand un élément d'isolateur, ayant eu sa partie isolante endommagée mécaniquement selon la méthode prescrite, est essayé suivant les conditions prescrites pour l'essai.

4. Essai de résistance résiduelle

4.1 Classification

L'essai de résistance résiduelle est un essai de type selon le paragraphe 16.1 de la Publication 383 de la CEI, bien que le mot «électrique» dans la première partie de l'article ne soit pas applicable pour l'essai de résistance résiduelle.

Note. — La résistance résiduelle est principalement déterminée par le dessin des isolateurs, quoique les conditions de fabrication et les matériaux utilisés puissent avoir quelque influence. La qualité de fabrication et des matériaux utilisés est, cependant, suffisamment vérifiée par les essais sur prélèvements et les essais individuels prescrits dans la Publication 383 de la CEI.

4.2 Nombre de pièces pour l'essai

Le nombre de pièces à utiliser pour l'essai de résistance résiduelle doit être de 25.

4.3 Essais préliminaires

L'essai de résistance résiduelle doit être précédé par l'essai de résistance aux variations brusques de température, en accord avec le paragraphe 26.1 de la Publication 383 de la CEI. Dans le cas d'éléments d'isolateurs scellés au ciment alumineux, la température du bain chaud doit être maintenue en dessous de 75 °C. (Voir annexe A2.)

Note. — On s'est penché sur la question de savoir si les pièces à essayer devaient être soumises soit à un essai de charges alternées, soit à un essai d'endurance thermomécanique (Publication 575 de la CEI: Essai d'endurance thermomécanique et essai d'endurance mécanique des éléments de chaînes d'isolateurs) avant d'effectuer un essai de résistance résiduelle. Puisque des études en laboratoire ont montré que ces essais n'avaient aucune influence significative, ils ne sont pas considérés comme utiles pour l'essai de résistance résiduelle.

This report contains a proposal for a standard residual strength test for cap and pin insulators, so that it will be possible to obtain comparable results.

The test procedure, the classification of the test (type test or sample test) and the acceptance criteria can be confirmed or revised when these results are available in a few years' time.

Note. — The clauses in this report are set out in the manner of a standard.

1. Scope

This report applies to string insulator units of the cap and pin type with insulating parts of toughened glass or ceramic material.

Note. — The test procedure given in this report is not applicable to ceramic long rod insulators for the reasons given in Appendix A. Annealed glass cap and pin string insulator units are not considered in this report.

2. Object

This report is published with the object of specifying a standard procedure for the performance and evaluation of a residual mechanical strength test, so that experience with such tests may be obtained and conclusions may be drawn from this experience.

3. Definition of the residual strength of a cap and pin insulator

The residual strength is the maximum mechanical load which can be reached when an insulator unit, which has had its insulating part mechanically damaged in the prescribed manner, is tested under the prescribed conditions.

4. Residual strength test

4.1 Classification

The residual strength test is a type test according to Sub-clause 16.1 of IEC Publication 383, although the word "electrical" in the first sentence of that sub-clause is not applicable for the residual strength test.

Note. — The residual strength is mainly determined by the design of the insulators, although the manufacturing conditions and the materials used may have some influence. The quality of manufacture and of the materials used is, however, sufficiently verified by the sample and routine tests prescribed in IEC Publication 383.

4.2 Number of test pieces

The number of test pieces for the residual strength test shall be 25.

4.3 Previous tests

The residual strength test shall be preceded by the temperature cycle test according to Sub-clause 26.1 of IEC Publication 383. In the case of insulator units assembled with aluminous cement, the temperature of the hot bath shall be kept below 75 °C. (See Appendix A2.)

Note. — Consideration was given to subjecting the test pieces either to alternating loads or to the thermal-mechanical performance test (IEC Publication 575: Thermal-mechanical Performance Test and Mechanical Performance Test on String Insulator Units) before conducting a residual strength test. Since laboratory investigations have shown no significant influence from such tests, they are not considered useful in connection with the residual strength test.

4.4 Préparation des pièces à essayer

Après que les isolateurs ont subi l'essai de résistance aux variations brusques de température, l'ailette (partie isolante) des isolateurs est cassée par un moyen mécanique quelconque, tel que coups de marteau. Il ne doit rester aucune partie d'ailette en dehors du diamètre maximal du capot.

Note. — A partir de résultats d'essais complets il est apparu que, pour autant que les résultats concernent l'essai de résistance résiduelle, on ne constate aucune différence selon la manière dont les ailettes sont cassées.

D'après les résultats d'essais disponibles, l'application d'une charge mécanique pendant la rupture de l'ailette n'a aucune influence sur la résistance résiduelle.

Le fait d'enlever la totalité de la céramique au-delà du diamètre maximal du capot a été choisi parce que c'est la seule possibilité de définir le degré de rupture de la céramique pour obtenir une bonne reproductibilité dans les essais et également parce que c'est une pratique courante.

Il convient de noter qu'une telle détérioration est très rare en service. La détérioration résultant d'arcs de puissance, de vandalisme, etc., sera normalement plus faible; il y aura donc, généralement, une réduction moindre de la résistance mécanique.

Pour le verre trempé, le fait de briser l'ailette entraîne toujours la disparition totale du verre au-delà du diamètre maximal du capot.

4.5 Essai de résistance résiduelle

Après préparation des pièces à essayer selon le paragraphe 4.4, celles-ci sont soumises à l'essai de rupture mécanique, exposé ci-après.

Les pièces à essayer sont soumises individuellement à une charge de traction entre les parties métalliques. En ce qui concerne leurs principales dimensions, les pièces d'accrochage de la machine d'essai doivent être conformes à la Publication 120 de la CEI: Dimensions des assemblages à rotule et logement de rotule des éléments de chaînes d'isolateurs, pour les isolateurs à rotule et logement de rotule, et à la Publication 471 de la CEI: Dimensions des assemblages à chape et tenon des éléments de chaînes d'isolateurs, pour les isolateurs à assemblage par chape et tenon.

La charge de traction est augmentée rapidement, mais sans à-coups, de zéro jusqu'à environ 50% de la charge de rupture mécanique ou électromécanique spécifiée pour l'isolateur complet; elle est ensuite augmentée graduellement avec un taux d'accroissement compris entre 0,5% et 1% de la charge de rupture mécanique ou électromécanique spécifiée par seconde, jusqu'à ce que la rupture intervienne. La charge maximale atteinte durant l'essai est notée comme étant la résistance résiduelle de la pièce essayée.

4.6 Evaluation des résultats d'essai

Dans l'essai de résistance résiduelle, les pièces peuvent montrer deux formes différentes de rupture à la charge maximale:

- le capot et la tige sont séparés, par exemple avec arrachement de la tige,
- ou
- une partie métallique est cassée (le capot ou la tige).

Il est donc spécifié une méthode d'évaluation de la résistance résiduelle à comparer à R , charge de rupture mécanique ou électromécanique spécifiée de l'isolateur complet:

4.4 *Preparation of the test pieces*

After the insulators have undergone the temperature cycle test, the shed of the insulating part of the insulators shall be broken off by mechanical means, for example by hammer blows. No portion of the shed shall remain outside the maximum diameter of the cap.

Note. — Results of completed tests have shown that, as far as results of the residual strength test are concerned, it does not make any difference in which way the sheds are broken.

According to available test results, the presence of a mechanical load during the breakage of the shed has no influence on the residual strength.

The total removal of the ceramic outside the maximum diameter of the cap has been chosen as the only possibility of defining the amount of ceramic breakage to obtain satisfactory reproducibility during the tests, and also because it is current practice.

It should be noted that, in service, such an amount of damage is very rare. The damage caused by power arcs, gunshots etc., is normally less severe; thus there will usually be less reduction of the mechanical strength.

The total removal of all the glass outside the maximum diameter of the cap always occurs when toughened glass sheds are broken.

4.5 *Residual strength test*

After preparation of the test pieces according to Sub-clause 4.4, they shall be subjected to the following mechanical failing load test.

The test pieces shall be subjected individually to a tensile load applied between the metal parts. As regards their essential dimensions, the coupling pieces of the testing machine shall be in accordance with IEC Publication 120: Dimensions of Ball and Socket Couplings of String Insulator Units, for insulators with ball and socket couplings, and IEC Publication 471: Dimensions of Clevis and Tongue Couplings of String Insulator Units, for insulators with clevis and tongue couplings.

The tensile load shall be increased from zero rapidly but smoothly up to approximately 50% of the specified mechanical or electromechanical failing load of the complete insulator; the load shall then be increased gradually with a rate of increase between 0.5% and 1% of the specified mechanical or electromechanical failing load per second until breakage occurs. The maximum load reached during the test is recorded as the residual strength of the piece.

4.6 *Evaluation of the test results*

In the residual strength test, the pieces may exhibit two alternative modes of breakage at the maximum load:

- the cap and the pin separate, for example the pin is pulled out,
- or
- the metal part breaks (the cap or the pin).

Therefore, a method is specified for evaluating the residual strength to be compared with R , where R is the specified mechanical or electromechanical failing load of the complete insulator:

- a) Si, sur l'ensemble des 25 pièces essayées, il y a arrachement de parties métalliques, calculer la charge de rupture moyenne \bar{X} et l'écart type s , et en déduire la valeur

$$k = \frac{\bar{X} - 1,645 s}{R}$$

où k est la constante d'acceptation.

Il est généralement admis que la constante d'acceptation k devrait être supérieure ou égale à 0,65.

- b) Si une ou plusieurs des 25 pièces essayées présentent une rupture de parties métalliques, il convient que les valeurs de rupture de ces pièces ne soient pas inférieures à R . La constante d'acceptation k des pièces restantes sera ensuite calculée comme décrit, ci-dessus, au point a).

Note. — Il est nécessaire de considérer une variante de critère d'acceptation car, statistiquement, le critère d'acceptation ne peut être utilisé que si on est assuré que la distribution des résultats d'essai de résistance résiduelle est normale (gaussienne). Cela n'est pas toujours le cas quand les 25 pièces à essayer présentent des formes de ruptures différentes.

En plus, la formule indiquée au point a) n'est pas valable quand le nombre de ruptures par arrachement est petit. L'expérience de l'utilisation de ce rapport permettra la formulation d'une procédure plus acceptable pour cette situation.

- a) If on all 25 test pieces, the metal parts are separated, then the mean failing load \bar{X} and the standard deviation s shall be calculated, and the ratio

$$k = \frac{\bar{X} - 1.645 s}{R}$$

shall be deduced, where k is the acceptance constant.

It is generally agreed that the acceptance constant k should be greater than or equal to 0.65.

- b) If one or more of the 25 test pieces fail by breakage of the metal parts, the failing load of these pieces should be not less than R . The acceptance constant k of the remaining pieces should then be calculated as in Item a), above.

Note. — It is necessary to consider alternative acceptance criteria as statistically the acceptance criterion may only be used if the distribution of the results of the test can be assumed to be a normal (Gaussian) distribution. This may not be the case when the 25 test pieces exhibit different modes of breakage.

Additionally the formula given in Item a) is not valid when the number of breakages by separation is small. Experience of the use of this report will allow the formulation of a more acceptable procedure to be used in this situation.

ANNEXE A

A1. Résistance résiduelle des isolateurs à long fût en matière céramique

Quand un isolateur à long fût est endommagé, par exemple par un arc de puissance, de telle façon que le fût et le raccordement des ailettes restent intacts, il n'y a pas de réduction significative de la résistance mécanique. La même remarque peut être faite, quand, en plus, l'émail du fût est partiellement enlevé et/ou décoloré.

D'autre part, dans le cas où le raccordement d'une ou plusieurs ailettes est partiellement ou entièrement endommagé sans que la partie du fût cylindrique soit détériorée, on doit s'attendre à une diminution de la résistance de l'isolateur. Une étude théorique a montré qu'un tel dommage créé sur un secteur d'ailette de 120°, raccordement inclus, conduisait à une réduction d'environ 35% de la résistance mécanique de l'isolateur. Cette étude théorique part de l'hypothèse que la céramique est homogène et isotrope; lorsque cette hypothèse n'est pas vérifiée, la diminution de résistance mécanique peut être plus ou moins importante.

Quand le fût est endommagé mécaniquement ou par un arc de puissance, il n'est pas possible d'établir une relation directe entre l'étendue des dégâts et la réduction de la résistance mécanique. La diminution de la résistance mécanique de deux fûts apparemment endommagés de façon identique peut être différente.

A2. Essais préliminaires

Essai aux variations brusques de température

Dans la Publication 383 de la CEI, l'essai de résistance aux variations brusques de température précède l'essai normal de rupture mécanique ou électromécanique. Pour des raisons de conformité, il est souhaitable que l'essai de résistance résiduelle soit aussi précédé par l'essai de résistance aux variations brusques de température.

Dans le cas de certains isolateurs scellés au ciment alumineux, cet essai a des aspects particuliers. Quand un tel isolateur est porté à une température supérieure à 75°C en présence d'un fort degré d'humidité, une transformation irréversible de la structure du ciment peut se produire en peu de temps, semblable à celle qui peut se produire en service sur une très longue période. Cette modification peut entraîner une réduction de sa résistance au cisaillement. L'étendue de cette réduction dépendant de la vitesse de cette transformation, on conçoit qu'une réduction de la résistance résiduelle, insignifiante en service (comme démontré par un très grand nombre d'essais sur des isolateurs provenant de lignes en service depuis de nombreuses années), puisse être importante si les isolateurs subissent l'essai immédiatement après avoir été immergés dans un bain d'une température supérieure à 75°C.

Dans le cas des isolateurs scellés au ciment alumineux, la meilleure solution est donc de limiter la température du bain chaud à 75°C.

APPENDIX A

A1. Residual strength of ceramic long rod insulators

When a ceramic long rod insulator is damaged, for example by a power arc, in such a way that the core and the root of the sheds remain intact, there is no significant reduction of the strength of the insulator. This may even be said when, additionally, the glaze on the core is partially removed and/or discoloured.

On the other hand, when the root of one or more sheds is partially or completely broken, but the cylindrical core remains undamaged, a reduction in the strength of the insulator shall be expected. Theoretical investigation made on the assumption that the shed and the shed root are damaged over a sector of 120° has shown a reduction of about 35% in the mechanical strength of the insulator. This theoretical investigation was based on the assumption that the ceramic was homogeneous and isotropic; in other conditions, the strength reduction may be lesser or greater.

When the core of the insulator is damaged either mechanically or by a power arc, it is not possible to correlate the amount of damage and the reduction of mechanical strength. The reduction in the mechanical strength of two ceramic cores apparently damaged to the same extent may differ.

A2. Previous tests

Temperature cycle test

The normal electromechanical or mechanical failing load test in IEC Publication 383 is preceded by the temperature cycle test. For reasons of conformity it is desirable that the residual strength test also be preceded by the temperature cycle test.

In the case of certain insulators assembled with aluminous cement, this test has special aspects. When such an insulator is heated above 75°C under a high degree of humidity, an irreversible transformation of the structure of the cement can occur in a short time, similar to that which may take place in service over a long period. This change can cause a reduction of its shear strength. As the extent of this reduction is dependent on the speed of the transformation, a reduction of the residual strength, which is slight in service (as demonstrated by many tests on insulators taken from lines after many years of service), can be important if the insulators are tested immediately after subjecting them to a hot bath temperature exceeding 75°C.

Therefore, in the case of insulators assembled with aluminous cement, the best solution is to limit the hot bath temperature to 75°C.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ICS 29.080.10
