

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 506

Première édition — First edition

1975

Essais aux chocs de manœuvres des isolateurs pour haute tension

Switching impulse tests on high-voltage insulators



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

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

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

Terminologie utilisée dans la présente publication

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

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

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

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

Revision of this publication

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

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

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

Terminology used in this publication

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

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

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 506

Première édition — First edition

1975

Essais aux chocs de manœuvres des isolateurs pour haute tension

Switching impulse tests on high-voltage insulators



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Valeurs caractérisant un isolateur soumis aux chocs de manœuvres	6
4. Valeur des tensions de chocs de manœuvres	6
5. Classification de l'essai	8
SECTION DEUX — DÉFINITIONS	
6. Isolateur	8
7. Tension de tenue aux chocs de manœuvres à sec ou sous pluie	8
8. Tension de contournement à 50% aux chocs de manœuvres à sec ou sous pluie	8
SECTION TROIS — PRESCRIPTIONS POUR LES ESSAIS	
9. Technique de l'essai	8
10. Tension de choc de manœuvres normal	8
11. Conditions atmosphériques normales	10
12. Facteurs de correction pour les conditions atmosphériques	10
12.1 Facteur K_d de correction de la densité de l'air	10
12.2 Facteur K_h de correction d'humidité	12
13. Etat de l'isolateur	12
14. Modalités de montage	12
14.1 Dispositifs de montage normalisés	12
14.2 Dispositif de montage reproduisant les conditions de service	14
15. Méthode pour vérifier la tension de tenue aux chocs de manœuvres	16
15.1 Essai aux chocs de manœuvres à sec	16
15.2 Essai aux chocs de manœuvres sous pluie	18
FIGURES	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Switching impulse characteristics of insulators	7
4. Values of switching impulse voltages	7
5. Classification of the test	9
SECTION TWO — DEFINITIONS	
6. Insulator	9
7. Dry or wet switching impulse withstand voltage	9
8. 50% dry or wet switching impulse flashover voltage	9
SECTION THREE — REQUIREMENTS FOR TESTS	
9. Test technique	9
10. Standard switching impulse voltage	9
11. Standard atmospheric conditions	11
12. Correction factors for atmospheric conditions	11
12.1 Air density correction factor K_d	11
12.2 Humidity correction factor K_h	13
13. Condition of the insulator	13
14. Methods of mounting	13
14.1 Standard mounting arrangements	13
14.2 Mounting arrangement simulating service conditions	15
15. Procedure for verifying the switching impulse withstand voltage	17
15.1 Dry switching impulse test	17
15.2 Wet switching impulse test	19
FIGURES	20

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS AUX CHOCS DE MANŒUVRES DES ISOLATEURS POUR HAUTE TENSION

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Comité d'Etudes N° 36 de la CEI: Isolateurs.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Téhéran en 1969, et un deuxième projet fut discuté à Rome en 1970. A la suite de cette réunion, un projet, document 36(Bureau Central)47, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1971.

Entre-temps, le Comité d'Etudes N° 42 de la CEI: Technique des essais à haute tension, avait établi l'édition révisée de la Publication 60 de la CEI: Techniques des essais à haute tension. Pour cette raison, il fut nécessaire d'effectuer quelques modifications, et un nouveau projet, document 36(Bureau Central)53, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en février 1973.

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

Afrique du Sud (République d')

Allemagne

Australie

Danemark

Egypte

Etats-Unis d'Amérique

Finlande

France

Israël

Italie

Japon

Norvège

Pays-Bas

Pologne

Portugal

Roumanie

Royaume-Uni

Suède

Suisse

Tchécoslovaquie

Turquie

Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SWITCHING IMPULSE TESTS ON HIGH-VOLTAGE INSULATORS

FOREWORD

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

PREFACE

This publication has been prepared by IEC Technical Committee No. 36, Insulators.

A first draft was discussed at the meeting held in Tehran in 1969, and a second draft was discussed in Rome in 1970. As a result of this meeting, a draft, document 36(Central Office)47, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1971.

In the meantime, IEC Technical Committee No. 42, High-voltage Testing Techniques, had prepared the revised edition of IEC Publication 60, High-voltage Test Techniques. For this reason, some amendments became necessary, and a new draft, document 36(Central Office)53, was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in February 1973.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Norway
Czechoslovakia	Poland
Denmark	Portugal
Egypt	Romania
Finland	South Africa (Republic of)
France	Sweden
Germany	Switzerland
Israel	Turkey
Italy	Union of Soviet Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Netherlands	United States of America

ESSAIS AUX CHOCS DE MANŒUVRES DES ISOLATEURS POUR HAUTE TENSION

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux essais aux chocs de manœuvres des isolateurs définis à l'article 6 et destinés à être utilisés en courant alternatif sur des réseaux, dont la tension la plus élevée est au moins égale à 300 kV, quand ces essais sont spécifiés.

Notes 1. — Cette norme n'est pas applicable aux isolateurs pollués. Au stade actuel des connaissances, un essai aux chocs de manœuvres des isolateurs pollués est jugé prématuré.

2. — La limite inférieure de 300 kV pourra être modifiée conformément à des changements éventuels apportés à la Publication 71 de la CEI: Coordination de l'isolement.

2. Objet

La présente norme a pour objet:

- de définir les termes employés;
- de définir les caractéristiques des isolateurs soumis aux chocs de manœuvres et de fixer les conditions dans lesquelles les valeurs spécifiées de ces caractéristiques doivent être vérifiées;
- de prescrire les méthodes d'essais des isolateurs aux chocs de manœuvres dans des conditions normalisées.

Notes 1. — Cette norme n'indique pas de valeurs numériques pour les caractéristiques des isolateurs et ne contient pas de prescriptions relatives au choix des isolateurs en fonction des conditions spécifiques de service.

2. — Les tensions de contournement et de tenue des isolateurs dans les conditions de service peuvent être différentes de ces mêmes tensions dans les conditions normalisées. Cet effet a été mis en évidence au cours d'essais aux chocs de foudre, mais l'effet des conditions ambiantes et du montage des isolateurs et accessoires métalliques est plus important dans le cas des chocs de manœuvres.

3. — Le terme «contournement» employé dans la présente norme comprend le contournement le long de la surface de l'isolateur et les décharges disruptives par amorçage dans l'air près de l'isolateur. Des décharges disruptives ne devraient se produire qu'occasionnellement à des endroits différents (par exemple vers d'autres structures ou vers la terre); dans ce cas, on ne devrait pas les prendre en considération pour l'application de la présente norme.

3. Valeurs caractérisant un isolateur soumis aux chocs de manœuvres

Un isolateur soumis aux chocs de manœuvres est caractérisé par:

- isolateur d'extérieur: la tension de tenue spécifiée aux chocs de manœuvres sous pluie;
- isolateur d'intérieur: la tension de tenue spécifiée aux chocs de manœuvres à sec.

Notes 1. — Dans certains cas et après accord particulier, les isolateurs d'extérieur peuvent aussi être caractérisés par la tension de tenue spécifiée aux chocs de manœuvres à sec.

2. — Habituellement, la tension de tenue spécifiée est choisie parmi les valeurs indiquées dans la Publication 71 de la CEI, pour la tension la plus élevée du réseau auquel l'isolateur est destiné.

4. Valeur des tensions de chocs de manœuvres

En accord avec la Publication 60-2 de la CEI, les tensions de chocs de manœuvres doivent être exprimées par leur valeur de crête présumée.

SWITCHING IMPULSE TESTS ON HIGH-VOLTAGE INSULATORS

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This standard applies to switching impulse tests, when specified, on insulators as defined in Clause 6 and intended for use on a.c. installations with highest voltage 300 kV, and above.

Notes 1. — This standard is not intended to be applied to polluted insulators. A switching impulse test on polluted insulators is considered to be premature at the present state of the art.

2. — The lower limit of 300 kV may be modified, as a consequence of possible modifications in IEC Publication 71, Insulation Co-ordination.

2. Object

The object of this standard is:

- to define the terms used;
- to define switching impulse characteristics of insulators and to prescribe the conditions under which the specified values of these characteristics shall be verified;
- to prescribe methods for switching impulse tests on insulators under standard conditions.

Notes 1. — This standard does not give numerical values for insulator characteristics, neither does it deal with the choice of insulators for specific operating conditions.

2. — The flashover and withstand voltages of insulators under service conditions may differ from the same voltages under standard conditions. This effect has been recognized with lightning impulse testing, but the effect of ambient conditions and of the arrangements of insulators and associated metal work is much greater with switching impulses.

3. — The term “flashover” used in this standard includes flashover across the insulator surface as well as disruptive discharges by sparkover through air adjacent to the insulator. Disruptive discharges should occur only occasionally elsewhere (e.g. to other structures or to earth), in which case they should not be taken into account for the purposes of this standard.

3. Switching impulse characteristics of insulators

An insulator is characterized by:

- outdoor insulator: the specified wet switching impulse withstand voltage;
- indoor insulator: the specified dry switching impulse withstand voltage.

Notes 1. — In certain cases and by special agreement, outdoor insulators may also be characterized by the specified dry switching impulse withstand voltage.

2. — Usually, the specified impulse withstand voltage will be selected from the values given in IEC Publication 71, corresponding to the highest system voltage for which the insulator is intended.

4. Values of switching impulse voltages

In accordance with IEC Publication 60-2, switching impulse voltages shall be expressed by their prospective peak values.

5. Classification de l'essai

L'essai aux chocs de manœuvres est un essai de type et doit être effectué en utilisant un dispositif de montage normalisé (voir le paragraphe 14.1). Après accord entre le constructeur et l'utilisateur, un dispositif reproduisant les conditions de service (voir le paragraphe 14.2) peut être également utilisé.

Lorsque les essais sont effectués avec le dispositif de montage normalisé, ils ne doivent pas être répétés si un certificat concernant les essais précédents peut être fourni.

SECTION DEUX — DÉFINITIONS

6. Isolateur

Dans la présente norme, le terme «isolateur» signifiera soit une chaîne d'isolateurs pour lignes aériennes, soit un support isolant ou une traversée.

7. Tension de tenue aux chocs de manœuvres à sec ou sous pluie

Valeur de la tension de tenue de l'isolateur aux chocs de manœuvres à sec ou sous pluie, dans les conditions prescrites à l'article 15.

8. Tension de contournement à 50% aux chocs de manœuvres à sec ou sous pluie

Tension de chocs de manœuvres, qui dans les conditions prescrites à l'article 15, a une probabilité de 50% de provoquer le contournement de l'isolateur à sec ou sous pluie.

SECTION TROIS — PRESCRIPTIONS POUR LES ESSAIS

9. Technique de l'essai

La technique de l'essai aux chocs de manœuvres doit être en accord avec la Publication 60-2 de la CEI.

10. Tension de choc de manœuvres normal

Une forme d'onde de $250 \pm 50/2500 \pm 1500 \mu s$ doit être employée pour l'essai de choc de manœuvres normal (voir la Publication 60-2 de la CEI).

La valeur de la tension de choc de manœuvres est définie par la valeur présumée de crête mesurée par un moyen prévu dans la Publication 60-2 de la CEI.

5. Classification of the test

The switching impulse test is a type test and shall be carried out using a standard mounting arrangement (see Sub-clause 14.1). By agreement between manufacturer and user, an arrangement representing service conditions (Sub-clause 14.2) may also be used.

In the case of tests performed with the standard mounting arrangement, the tests need not be repeated if a certificate of previous tests is available.

SECTION TWO — DEFINITIONS

6. Insulator

For the purposes of this standard, an insulator shall be understood as an overhead-line insulator string or a post insulator or a bushing.

7. Dry or wet switching impulse withstand voltage

The value of the switching impulse voltage which the insulator withstands under dry or wet conditions as prescribed in Clause 15.

8. 50% dry or wet switching impulse flashover voltage

The switching impulse voltage which, under the conditions prescribed in Clause 15, has a 50% probability of producing flashover on the insulator, dry or wet.

SECTION THREE — REQUIREMENTS FOR TESTS

9. Test technique

The switching impulse voltage test technique shall be in accordance with IEC Publication 60-2.

10. Standard switching impulse voltage

A $250 \pm 50/2500 \pm 1500$ μ s switching impulse voltage shall be used (see IEC Publication 60-2).

The value of the switching impulse voltage shall be its prospective peak value as measured by a method envisaged in IEC Publication 60-2.

11. Conditions atmosphériques normales

En accord avec la Publication 60-1 de la CEI, les conditions atmosphériques normales pour les essais sont les suivantes :

Température	$t_0 = 20^\circ\text{C}$
Pression	$b_0 = 1013 \text{ mbar}$
Humidité	$h_0 = 11 \text{ g d'eau par m}^3$

Note. — La pression de 1013 mbar équivaut à une hauteur barométrique de 760 mm de mercure à 0°C . Si la hauteur barométrique est de h mm de mercure, la pression atmosphérique en millibars est approximativement :

$$b = \frac{1013 h}{760} \text{ mbar}$$

Une correction de température pour la hauteur de la colonne de mercure est considérée comme négligeable.

12. Facteurs de correction pour les conditions atmosphériques

Les tensions de tenue et de contournement dépendent des conditions atmosphériques au moment même de l'essai. Si ces conditions diffèrent des conditions normales (voir l'article 11), des facteurs de correction K_d pour la densité de l'air et K_h pour l'humidité doivent être utilisés, comme indiqué ci-après, pour obtenir la tension à appliquer dans le cas d'un essai de tenue ou pour obtenir la tension à noter dans le cas d'un essai de contournement :

A sec	Tenue	Multiplier la tension de tenue spécifiée par K_d et diviser par K_h
	Contournement	Diviser la tension de contournement mesurée par K_d et multiplier par K_h
Sous pluie	Tenue	Multiplier la tension de tenue spécifiée par K_d
	Contournement	Diviser la tension de contournement mesurée par K_d

12.1 Facteur K_d de correction de la densité de l'air

Pour des chocs de manœuvres de polarité positive, le facteur de correction de la densité de l'air K_d est donné par :

$$K_d = \delta^m$$

où, si la pression atmosphérique b est exprimée en millibars et la température t est exprimée en degrés Celsius,

$$\delta = 0,289 \frac{b}{273 + t}$$

et l'exposant m est indiqué à la figure 1, page 20, en fonction de la distance d'isolation d .

Pour des chocs de manœuvres de polarité négative, on dispose de très peu d'informations, et par conséquent aucune correction n'est recommandée, c'est-à-dire $K_d = 1$.

11. Standard atmospheric conditions

The standard atmospheric conditions for tests are as follows, in accordance with IEC Publication 60-1:

Temperature	$t_0 = 20^\circ\text{C}$
Pressure	$b_0 = 1013 \text{ mbar}$
Humidity	$h_0 = 11 \text{ g water per m}^3$

Note. — The pressure 1013 mbar corresponds to a height of 760 mm in a mercury barometer at 0°C . If the height of the barometer is h mm of mercury, the atmospheric pressure in millibars is approximately:

$$b = \frac{1013}{760} h \text{ mbar}$$

Temperature correction for the height of the mercury column is considered to be negligible.

12. Correction factors for atmospheric conditions

Withstand and flashover voltages depend on the atmospheric conditions at the time of test. If these conditions differ from the standard conditions (see Clause 11), correction factors K_d for air density and K_h for humidity shall be used as follows, to obtain the voltage to be applied in a withstand test or the voltage to be recorded in a flashover test:

Dry	Withstand	Multiply specified withstand voltage by K_d and divide by K_h
	Flashover	Divide measured flashover voltage by K_d and multiply by K_h
Wet	Withstand	Multiply specified withstand voltage by K_d
	Flashover	Divide measured flashover voltage by K_d

12.1 Air density correction factor K_d

For positive-polarity switching impulses, the air density correction factor K_d is given by:

$$K_d = \delta^m$$

where, if the atmospheric pressure b is expressed in millibars and the temperature t is expressed in degrees Celsius,

$$\delta = 0.289 \frac{b}{273 + t}$$

and the exponent m is read in Figure 1, page 20, as a function of the insulating distance d .

For negative-polarity switching impulses, very little information is available, and therefore no correction is recommended, i.e. $K_d = 1$.

12.2 Facteur K_h de correction d'humidité

Aucune correction d'humidité ne doit être appliquée pour les essais sous pluie, c'est-à-dire $K_h = 1$.

Pour les essais à sec, avec chocs de manœuvres de polarité positive, le facteur de correction suivant doit être appliqué :

$$K_h = K^m$$

où m et K sont indiqués respectivement dans les figures 1 et 2, page 20.

Pour les essais à sec, avec chocs de manœuvres de polarité négative, on dispose de très peu d'informations, et par conséquent aucune correction n'est recommandée, c'est-à-dire $K_h = 1$.

13. Etat de l'isolateur

Avant de commencer les essais, l'isolateur doit être propre et sec et en équilibre thermique avec l'air ambiant.

Pour les essais à sec, des précautions doivent être prises pour éviter la formation de rosée sur la surface de l'isolateur, surtout quand l'humidité relative est élevée. Par exemple, l'isolateur doit être maintenu à la température ambiante du lieu où l'essai doit être effectué pendant un temps suffisamment long pour atteindre l'équilibre thermique avant que l'essai commence. Ces précautions doivent être respectées surtout dans les essais à l'extérieur. Sauf accord particulier entre le constructeur et l'utilisateur, les essais à sec ne doivent pas être effectués si l'humidité relative est supérieure à 85%.

14. Modalités de montage

14.1 Dispositifs de montage normalisés

14.1.1 Supports isolants

Le support isolant doit être monté en position verticale sur un support métallique vertical relié à la terre. La partie supérieure du support métallique doit avoir une surface de montage ayant la forme d'un carré dont le côté aura une dimension comprise entre une et deux fois le diamètre de la ferrure métallique de base de l'isolateur en cours d'essai.

La surface de montage du support métallique doit être placée à une hauteur H au-dessus du sol, conformément aux valeurs du tableau suivant :

Hauteur totale de l'isolateur (mm)	Hauteur H au-dessus du sol (mm)
≤ 2500	2500
> 2500 ≤ 3200	3000
> 3200 ≤ 4200	4000
> 4200	5000

Un conducteur cylindrique horizontal doit être fixé au sommet de l'isolateur. La longueur du conducteur doit être au moins égale à 1,5 fois la hauteur de l'isolateur et doit s'étendre également de chaque côté de l'axe de l'isolateur. Le diamètre du conducteur doit être compris entre 1,5% et 2% de la hauteur de l'isolateur. Pour éviter des amorçages aux extrémités du conducteur, chacune des extrémités sera équipée d'un dispositif de protection convenable (par exemple un anneau métallique).

12.2 Humidity correction factor K_h

No humidity correction shall be applied for wet tests, i.e. $K_h = 1$.

For dry tests, with positive-polarity switching impulses, the following correction factor shall be applied:

$$K_h = K^m$$

where m and K are given in Figures 1 and 2, page 20, respectively.

For dry tests, with negative-polarity switching impulses, very little information is available, and therefore no correction is recommended, i.e. $K_h = 1$.

13. Condition of the insulator

Before commencing the tests, the insulator shall be clean and dry and in thermal equilibrium with the ambient air.

For dry tests, precautions shall be taken to avoid formation of dew on the surfaces of the insulator, especially when the relative humidity is high. For example, the insulator shall be maintained at the ambient temperature of the test location for sufficient time for equilibrium to be reached before the test starts. These precautions must be observed particularly in outdoor tests. Except by agreement between manufacturer and user, dry tests shall not be made if the relative humidity exceeds 85%.

14. Methods of mounting

14.1 Standard mounting arrangements

14.1.1 Post insulators

The post insulator shall be mounted upright on a vertical earthed metal support. The upper part of the metal support shall have a square mounting surface with the width of each side between one and two times the diameter of the metal fitting at the base of the insulator under test.

The mounting surface of the metal support shall be placed at a height H above the ground, according to the following table:

Overall height of insulator (mm)	Height H above ground (mm)
≤ 2500	2500
> 2500 ≤ 3200	3000
> 3200 ≤ 4200	4000
> 4200	5000

A horizontal cylindrical conductor shall be attached to the top of the insulator. The length of the conductor shall be at least equal to 1.5 times the height of the insulator and it shall extend equally on each side of the insulator axis. The diameter of the conductor shall be between 1.5% and 2% of the height of the insulator. To avoid sparkover from the two ends of the conductor, each end shall be protected by means of a suitable device (for instance, by means of a metal ring).

La tension d'essai doit être appliquée entre le conducteur et le support relié à la terre, la connexion à haute tension étant placée à l'une des extrémités du conducteur.

Au cours de l'essai, aucun objet autre que ceux qui sont décrits dans le présent article ne doit être placé à une distance du sommet du support isolant inférieure à 1,5 fois la hauteur de l'isolateur.

Le support isolant doit être complet avec tous les accessoires qui sont jugés nécessairement associés à l'isolateur et qui sont spécifiés dans ce sens par le constructeur.

14.1.2 *Isolateurs pour lignes aériennes*

L'isolateur doit être suspendu verticalement dans un dispositif représentant un pylône et une traverse. La traverse est représentée par un élément horizontal, avec l'isolateur à une extrémité et l'élément vertical représentant le pylône à l'autre extrémité. Les deux éléments et le dispositif de suspension de l'isolateur doivent être reliés à la terre. La largeur de chaque élément en face de l'isolateur doit être au moins égale à 20% de la longueur de l'isolateur. La distance entre l'axe de l'isolateur et l'élément vertical représentant le pylône doit être comprise entre 1,2 et 1,5 fois la longueur de l'isolateur. La distance entre le point le plus élevé de l'isolateur et la partie inférieure de l'élément représentant la traverse doit être d'environ 300 mm. L'élément représentant le pylône doit s'étendre au-dessous de l'élément représentant la traverse sur au moins deux fois la longueur de l'isolateur.

Un faisceau conducteur, constitué de deux conducteurs ayant la forme de tiges métalliques lisses et droites ou de tubes, doit être fixé aux accessoires inférieurs de l'isolateur, perpendiculairement à la traverse. Les deux conducteurs du faisceau doivent être maintenus parallèles à l'aide d'entretoises horizontales; la distance entre les conducteurs doit être à peu près égale à un dixième de la longueur de l'isolateur. Le faisceau conducteur doit s'étendre de chaque côté de l'axe de l'isolateur sur une distance approximativement égale à la longueur de l'isolateur, et le diamètre de chaque conducteur doit être de 0,75% à 1,25% de la longueur de l'isolateur. En vue d'éviter des amorçages aux extrémités du faisceau conducteur, chaque extrémité sera équipée d'un dispositif de protection convenable (par exemple un anneau métallique). La hauteur du conducteur au-dessus du sol doit être approximativement égale à 1,5 fois la longueur de l'isolateur, mais ne pas être inférieure à 6 m.

La tension d'essai doit être appliquée entre le faisceau conducteur et la terre, la connexion à haute tension étant faite à l'une des extrémités du faisceau conducteur.

Au cours de l'essai, aucun objet autre que ceux qui sont décrits dans le présent article ne doit être placé à une distance de la partie sous tension de l'isolateur inférieure à 1,5 fois la longueur de cet isolateur.

L'isolateur doit être complet avec tous les accessoires qui sont jugés nécessairement associés à l'isolateur et qui sont spécifiés dans ce sens par le constructeur.

Note. — Pour les chaînes d'isolateurs de longueur supérieure à 5 m, il peut être nécessaire de modifier quelques-unes des dimensions normalisées, en particulier le nombre et la distance des conducteurs du faisceau.

14.1.3 *Traversées*

En plus des recommandations générales pour les essais diélectriques des traversées (voir la Publication 137 de la CEI), on doit respecter les prescriptions suivantes pour les essais aux chocs de manœuvres.

La traversée doit être montée sur une plaque mise à la terre; cette plaque doit s'étendre à partir de l'axe de la traversée d'au moins $0,4 L$ dans chaque direction, L étant la distance disruptive à sec de la traversée. La connexion à haute tension doit être fixée à l'extrémité de la traversée et doit rester dans l'axe de celle-ci au moins jusqu'à $0,4 L$ au-dessus du sommet de la traversée.

Dans le cas de traversées ayant une extrémité immergée, les détails de l'immersion doivent faire l'objet d'un accord.

14.2 *Dispositif de montage reproduisant les conditions de service*

Quand les essais sont effectués dans des conditions reproduisant les conditions de service (voir l'article 5), le degré de fidélité de la reproduction de ces conditions doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, en tenant compte de tous les facteurs qui peuvent influencer le comportement de l'isolateur aux chocs de manœuvres.

Note. — Les valeurs mesurées dans ces conditions peuvent être assez différentes des valeurs mesurées en utilisant les méthodes de montage normalisées (voir le paragraphe 14.1).

The test voltage shall be applied between the conductor and the earthed support, the high-voltage connection being made at one end of the conductor.

During the test, no object other than those described in this clause shall be nearer to the top of the post insulator than 1.5 times the height of the insulator.

The post insulator shall be complete with those parts which are considered necessarily associated with the insulator and are specified as such by the manufacturer.

14.1.2 *Overhead-line insulators*

The insulator shall be suspended vertically in an arrangement simulating a tower body and cross-arm. The cross-arm is simulated by a horizontal member, the insulator being at one end and the vertical member simulating the tower body at the other. Both members and the link supporting the insulator shall be earthed. The width of each member facing the insulator shall be at least 20% of the length of the insulator. The distance between the axis of the insulator and the vertical member simulating the tower body shall be between 1.2 and 1.5 times the length of the insulator. The distance between the uppermost point of the insulator and the lower part of the horizontal member simulating the cross-arm shall be about equal to 300 mm. The member simulating the tower body shall extend at least twice the length of the insulator below the member simulating the tower cross-arm.

A conductor bundle, consisting of two sub-conductors in the form of straight smooth metal rods or tubes, shall be attached to the lower integral fittings of the insulator at right angles to the cross-arm. The two sub-conductors of the bundle shall be maintained parallel by means of horizontal spacers, the sub-conductor spacing shall be about equal to one-tenth of the length of the insulator. The bundle conductor shall extend approximately the length of the insulator on each side of the insulator axis, and the diameter of each sub-conductor shall be between 0.75% and 1.25% of the length of the insulator. To avoid spark-over from the two ends of the bundle conductor, each end shall be protected by means of a suitable device (for instance, by means of a metal ring). The height of the conductor above ground shall be equal to about 1.5 times the length of the insulator but not less than 6 m.

The test voltage shall be applied between the conductor bundle and earth, the high-voltage connection being made at one end of the conductor bundle.

During the test, no object other than those described in this clause shall be nearer to the live end of the insulator than 1.5 times the length of the insulator.

The insulator shall be complete with those parts which are considered necessarily associated with the insulator and are specified as such by the manufacturer.

Note. — For insulator strings longer than 5 m, it may be necessary to modify some standard dimensions, in particular the number and spacing of the sub-conductors in the bundle.

14.1.3 *Bushings*

In addition to the general recommendations for the condition of the bushings when dielectric tests are made (see IEC Publication 137), the following requirements shall be complied with for switching impulse tests.

The bushing shall be mounted on an earthed plane extended radially from the axis of the bushing at least $0.4 L$ in every direction, L being the dry arcing distance of the bushing. The high-voltage connection shall extend in line with the axis of the bushing to a point at least $0.4 L$ above the top of the bushing.

In the case of bushings of which one end is immersed, the details of the immersion shall be subject to agreement.

14.2 *Mounting arrangement simulating service conditions*

When tests are made under simulated service conditions (see Clause 5), the extent to which service conditions are imitated shall be agreed between manufacturer and user, taking into account all factors which may influence the switching impulse performance of the insulator.

Note. — The values measured under these conditions may differ appreciably from the values measured using the standard methods of mounting (see Sub-clause 14.1).

15. Méthode pour vérifier la tension de tenue aux chocs de manœuvres

15.1 Essai aux chocs de manœuvre à sec

L'isolateur doit être essayé dans les conditions prescrites aux articles 13 et 14. Le générateur d'ondes doit être réglé pour fournir une onde de 250/2500 μ s (voir l'article 10).

Des chocs de polarités positive et négative doivent être utilisés.

Deux méthodes sont possibles pour vérifier la tension de tenue aux chocs de manœuvres: la méthode de contournement à 50% et la méthode de tenue.

La méthode de contournement à 50% est préférable pour des raisons statistiques mais n'est pas applicable aux isolations non autorégénérables. La méthode à 50% doit donc être appliquée aux isolateurs pour lignes aériennes et aux supports isolants, et la méthode de tenue aux traversées.

Note. — On peut parfois trouver des difficultés, en particulier lorsqu'on effectue des essais à sec, dans l'application de la méthode de contournement à 50% parce que des amorçages se produisent à d'autres emplacements que l'isolateur. Si l'on rencontre ces difficultés ou si l'on effectue des essais sur des isolateurs beaucoup plus longs que la longueur minimale nécessaire pour assurer la tenue aux chocs de manœuvres, on peut appliquer, après accord spécial, la méthode de tenue aux isolateurs pour lignes aériennes et aux supports isolants.

15.1.1 Méthode de contournement à 50%

La tension de contournement à 50% aux chocs de manœuvres doit être déterminée par la méthode suivante:

On choisit une valeur de tension U_k , estimée égale au niveau de tension de contournement à 50% ou voisine de ce niveau. On choisit également un intervalle de tension ΔU égal à environ 3% de U_k .

On applique un choc au niveau U_k . S'il ne provoque pas de contournement, le niveau du choc suivant devra être $U_k + \Delta U$. S'il y a contournement au niveau U_k , le choc suivant aura un niveau $U_k - \Delta U$.

On répète ce procédé un certain nombre de fois, chaque choc ayant un niveau déterminé par le résultat du choc précédent.

On compte le nombre de chocs n_p appliqués à chaque niveau de tension U_p et la tension de contournement à 50% est calculée par la formule:

$$U_{50\%} = \frac{\sum n_p U_p}{\sum n_p}$$

Dans cette formule, le premier niveau à prendre en compte est celui auquel au moins deux chocs ont été appliqués. Cela corrige partiellement l'erreur introduite par un choix trop haut ou trop bas du niveau U_k . Le nombre total de chocs pris en compte ($\sum n_p$) doit être égal à 30.

La tension de contournement à 50% aux chocs de manœuvres, déterminée par la méthode ci-dessus, doit être corrigée suivant l'article 12.

L'isolateur subit l'essai avec succès si la tension de contournement à 50% aux chocs de manœuvres n'est pas inférieure à 1,078 fois la tension de tenue spécifiée aux chocs de manœuvres¹⁾.

Note. — Une autre façon de procéder, utilisable surtout pour la recherche, est la suivante:

On applique un certain nombre de chocs à chaque niveau de tension d'essai, ceux-ci étant espacés de 2% à 4% de la valeur de la tension de contournement à 50% attendue.

La valeur de la tension de contournement à 50% est lue sur une courbe qui représente la probabilité de contournement en fonction de la tension présumée d'essai, et qui est obtenue en traçant sur un papier gradué en probabilité les résultats d'essai sous forme d'une ligne droite obtenue par interpolation entre des points suivant la loi des moindres carrés.

La tension à 50% obtenue par cette méthode peut être utilisée pour l'application de la présente norme pourvu qu'on applique au moins 15 chocs à chaque niveau de tension et que l'on considère au moins quatre niveaux de tension d'essai donnant plus de zéro et moins de 100% de contournement.

15.1.2 Méthode de tenue

Un essai de tenue doit être effectué à la tension que l'on obtient à partir de la tension de tenue spécifiée aux chocs de manœuvres en appliquant à celle-ci les corrections pour les conditions atmosphériques (voir l'article 12).

¹⁾ La tension de tenue spécifiée aux chocs de manœuvres est considérée, en accord avec la Publication 71 de la CEI, comme une tension donnant une probabilité de tenue de 90%. La valeur de contournement à 50% correspond alors à 1,078 fois la valeur de tenue pour un écart type de 6%.

15. Procedure for verifying the switching impulse withstand voltage

15.1 Dry switching impulse test

The insulator shall be tested under the conditions prescribed in Clauses 13 and 14. The impulse generator shall be adjusted to produce a 250/2500 μ s impulse (see Clause 10).

Impulses of both positive and negative polarity shall be used.

Two procedures are available for verifying the switching impulse withstand voltage: the 50% flashover procedure and the withstand procedure.

The 50% procedure is preferable for statistical reasons but it is not applicable to non-self-restoring insulations. The 50% procedure shall therefore be applied to overhead-line insulators and post insulators, and the withstand procedure shall be applied to bushings.

Note. — Particularly, when performing dry tests, some difficulties may sometimes occur in applying the 50% flashover procedure because of sparkovers elsewhere than on the insulator. If such difficulties occur, or if insulators are tested which are considerably longer than the minimum length necessary to meet the switching impulse requirements, the withstand procedure may, by special agreement, be adopted for overhead-line and post insulators.

15.1.1 50% flashover procedure

The 50% switching impulse flashover voltage shall be determined by the following procedure:

A voltage U_k is chosen, estimated to lie at or near the 50% flashover voltage level. A voltage interval ΔU approximately 3% of U_k is also chosen.

One impulse is applied at the level U_k . If this does not cause flashover, the level of the next impulse should be $U_k + \Delta U$. If flashover occurs at the level U_k , the next impulse should have a level $U_k - \Delta U$.

This procedure is repeated a number of times, each impulse having a level determined by the effect of the preceding impulse.

The number of impulses n_p applied at each voltage level U_p is counted and the 50% flashover voltages is determined as:

$$U_{50\%} = \frac{\sum n_p U_p}{\sum n_p}$$

In this equation, the first level to be taken into account should be one at which two or more impulses were applied. This partially corrects for the error which may be introduced if U_k is much too low or much too high. The total number of impulses taken into account ($\sum n_p$) shall be equal to 30.

The 50% switching impulse flashover voltage, determined by the above procedure, shall be corrected in accordance with Clause 12.

The insulator passes the test if the 50% switching impulse flashover voltage is not less than 1.078 times the specified switching impulse withstand voltage.¹⁾

Note. — An alternative test procedure, which can be used mainly for research purposes, is the following:

A number of switching impulses are applied at each of several test voltage levels, the steps in voltage being 2-4% of the expected 50% flashover voltage.

The value of the 50% flashover voltage is found from a curve of flashover probability versus prospective test voltage, obtained by plotting the test results on probability paper as a straight line based on interpolation according to the least square law.

The 50% voltage obtained by this procedure may be used for the purposes of this standard provided that at least 15 impulses are applied at each voltage level and at least four test voltage levels resulting in more than zero and less than 100% flashover are considered.

15.1.2 Withstand procedure

A withstand test shall be performed at the voltage obtained from the specified switching impulse withstand voltage by applying the corrections for atmospheric conditions (see Clause 12). Fifteen impulses shall be applied

¹⁾ The specified switching impulse withstand voltage, in agreement with IEC Publication 71, is taken as a voltage giving a 90% withstand probability. The 50% flashover value then corresponds to 1.078 times the withstand value for a standard deviation of 6%.