

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
52**

Deuxième édition
Second edition
1960

**Recommandations pour la mesure des tensions
au moyen d'éclateurs à sphères
(une sphère à la terre)**

**Recommendations for voltage measurement
by means of sphere-gaps (one sphere earthed)**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 52: 1960

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

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 60 000 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.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
52**

Deuxième édition
Second edition
1960

**Recommandations pour la mesure des tensions
au moyen d'éclateurs à sphères
(une sphère à la terre)**

**Recommendations for voltage measurement
by means of sphere-gaps (one sphere earthed)**

© CEI 1960 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 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. <i>Domaine d'application et objet</i>	8
2. <i>Eclateur à sphères normalisé</i>	8
2.1 Prescriptions relatives aux sphères	8
2.2 Construction des tiges des sphères	10
2.3 Hauteur des sphères au-dessus du plan de terre	12
2.4 Dégagement autour des sphères	12
2.5 Dégagement autour des sphères (tableau)	12
3. <i>Branchement de l'éclateur à sphères</i>	14
3.1 Mise à la terre	14
3.2 Conducteur haute tension	14
3.3 Résistance de protection en série lors de la mesure des tensions alternatives et des tensions continues	14
3.4 Résistance de protection en série lors de la mesure des tensions de choc	16
4. <i>Utilisation de l'éclateur à sphères</i>	16
4.1 Irradiation	16
4.2 Mesure des tensions	16
5. <i>Tension disruptive des éclateurs à sphères</i>	18
5.1 Valeurs numériques figurant dans les tableaux	18
5.2 Précision des tableaux	20
5.3 Influence des conditions atmosphériques	20
Annexe A — <i>Domaine des travaux expérimentaux d'étalonnage</i>	24
Annexe B — <i>Mode d'obtention des valeurs des tableaux I et II à partir de normes nationales et d'autres sources</i>	26
Tableau I	28
Tableau II	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. <i>Scope and Object</i>	9
2. <i>Standard sphere-gap</i>	9
2.1 Requirements for the spheres	9
2.2 Construction of the shanks of the spheres	11
2.3 Height of the spheres above the horizontal earth plane	13
2.4 Clearance round the spheres	13
2.5 Clearance round the spheres (table).	13
3. <i>Connection of the sphere-gap</i>	15
3.1 Earthing	15
3.2 High-voltage conductor	15
3.3 Protective series resistance in the measurement of alternating and direct voltages.	15
3.4 Protective series resistance in the measurement of impulse voltages	17
4. <i>The use of the sphere-gap</i>	17
4.1 Irradiation	17
4.2 Voltage measurements	17
5. <i>Sphere-gap disruptive discharge voltages</i>	19
5.1 Numerical values in the tables	19
5.2 Accuracy of the tables	21
5.3 Influence of atmospheric conditions	21
Appendix A — Range of experimental calibrations	25
Appendix B — Procedure by which the values in Tables I and II have been derived from National Standards and other sources	27
Table I	29
Table II	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RECOMMANDATIONS POUR LA MESURE DES TENSIONS AU MOYEN D'ÉCLATEURS A SPHÈRES (UNE SPHÈRE A LA TERRE)

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. 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 cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

Le travail de révision de la première édition de la Publication 52 de la C.E.I., parue en 1935, a été entrepris dès avant la guerre, mais n'a été repris qu'en 1954, année pendant laquelle un projet établi en 1939 a été discuté lors d'une réunion tenue à Londres par le Sous-Comité 36-3: Essais à haute tension.

A la suite de cette réunion, un nouveau projet a été soumis aux Comités nationaux, puis discuté à Paris en 1955. Les travaux ont alors été repris par le Comité d'Etudes n° 42 nouvellement formé: Technique des essais à haute tension, et des projets successifs ont été discutés à Munich en 1956 et à Stockholm en 1958. La réunion de Stockholm a eu pour résultat un projet définitif qui a été soumis aux Comités nationaux en décembre 1958 pour approbation suivant la Règle des Six Mois.

Les Comités nationaux des pays suivants ont voté en faveur de la publication:

Allemagne	Pays-Bas
Autriche	Pologne
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	Yougoslavie
Norvège	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RECOMMENDATIONS FOR VOLTAGE MEASUREMENT BY MEANS OF SPHERE-GAPS (ONE SPHERE EARTHED)

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I.E.C. 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 this international unification, the I.E.C. expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I.E.C. recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

The work of revising the first edition of I.E.C. Publication 52, which was issued in 1935, was commenced before the War, but was not resumed until 1954, when a draft prepared in 1939 was discussed at a meeting held in London of Sub-Committee 36-3: High Voltage Tests.

As a result of this meeting a new draft was circulated which was discussed in Paris in 1955. Work was then taken over by the newly-formed Technical Committee No. 42: High Voltage Testing Techniques, and successive drafts were discussed at Munich in 1956 and Stockholm in 1958. The Stockholm meeting resulted in a final draft being submitted to the National Committee for approval under the Six Months' Rule in December 1958.

The following National Committees voted explicitly in favour of publication:

Austria	Norway
Belgium	Poland
Canada	Sweden
Czechoslovakia	Switzerland
Denmark	Turkey
Finland	Union of Soviet Socialist Republics
France	United Kingdom
Germany	United States of America
Italy	Yugoslavia
Netherlands	

Ainsi qu'il est exposé à l'Annexe B, la présente publication est un compromis qui a été accepté par presque tous les Comités nationaux et elle constitue ainsi une publication vraiment internationale sur la mesure des tensions au moyen d'éclateurs à sphères. Néanmoins, les tableaux sont basés sur des étalonnages effectués dans des conditions qui n'ont pas toujours été rapportées en détail et qui peuvent parfois s'être écartées de manière sensible de celles spécifiées dans la publication. C'est pourquoi il est demandé aux Comités nationaux de vérifier les étalonnages dans les conditions fixées dans cette publication afin de fournir des renseignements dont il pourra être tenu compte dans une révision des tableaux.

Withdrawn

As explained in Appendix B, the present Publication is a compromise which has been accepted by almost all National Committees and is a truly international Publication on the measurement of voltages by means of sphere-gaps. However, the tables are based on calibrations made under conditions which were not always recorded in detail and which may sometimes have departed significantly from those specified in this Publication. The National Committees are therefore asked to verify the calibrations under the conditions laid down in this document so as to provide information which can be taken into account in any revision of the tables.

Withdrawn

RECOMMANDATIONS POUR LA MESURE DES TENSIONS AU MOYEN D'ÉCLATEURS A SPHÈRES (UNE SPHÈRE A LA TERRE)

1. DOMAINE D'APPLICATION ET OBJET

Ces recommandations s'appliquent à la construction et à l'emploi des éclateurs à sphères utilisés pour la mesure des tensions. Ces règles sont applicables à la mesure de la valeur de crête:

- a) des tensions alternatives
- b) des tensions de choc pleines normales telles que définies dans la Publication 60 de la C.E.I. et des tensions de choc de plus grande durée de queue
- c) des tensions continues.

Les valeurs de crête de la tension disruptive dans l'air pour diverses valeurs de l'écartement des sphères sont données dans deux tableaux.

L'annexe A indique dans quelles limites de tension et de fréquence les valeurs des tableaux ont été obtenues à partir de résultats expérimentaux et peuvent être supposées correspondre à la précision donnée à l'article 5.2.

L'annexe B indique comment les valeurs des tableaux ont été obtenues à partir de normes nationales existantes et d'autres sources.

2. ÉCLATEUR A SPHÈRES NORMALISÉ

L'éclateur à sphères normalisé est un dispositif de mesure de tension de crête, construit et disposé conformément aux prescriptions de ce document. Il est constitué par deux sphères métalliques de même diamètre nominal (D) avec leurs tiges, le mécanisme de manœuvre, les supports isolants, la monture et les connexions qui les relient aux points où la tension est à mesurer. Les valeurs normales de D sont: 2 – 5 – 6,25 – 10 – 12,5 – 15 – 25 – 50 – 75 – 100 – 150 et 200 cm. L'écartement des sphères est désigné par S .

Par convention, on désigne par points d'étincelle les deux points les plus rapprochés des sphères. En réalité, l'étincelle peut jaillir entre des points quelconques voisins des points susvisés.

Les figures 1 et 2 représentent deux dispositions dont l'une correspond habituellement aux éclateurs à axe vertical et l'autre aux éclateurs à axe horizontal.

2.1 Prescriptions relatives aux sphères

2.1.1 Tolérances sur les dimensions et sur la forme

Les sphères doivent être de fabrication soignée de façon que leurs surfaces soient lisses et que leur courbure soit aussi uniforme que possible.

Les prescriptions sur leur forme sont les suivantes:

Forme générale

Le diamètre de chaque sphère ne doit s'écarter nulle part de plus de 2% de la valeur nominale.

RECOMMENDATIONS FOR VOLTAGE MEASUREMENT BY MEANS OF SPHERE-GAPS (ONE SPHERE EARTHED)

1. SCOPE AND OBJECT

These recommendations concern the construction and use of sphere-gaps for voltage measurement. The rules apply to the measurement of the peak value of:

- a) alternating voltages
- b) full standard impulses as defined in I.E.C. Publication 60 and impulses with longer tails
- c) direct voltages.

The peak values of the disruptive voltages in air for various spacings between the spheres are given in two tables.

Appendix A gives the limits of voltage and frequency over which the tables have been derived from experiments and can be presumed to be accurate within the tolerances specified in Clause 5.2.

Appendix B gives the procedure by which the values in the tables have been derived from previous National Standards and other sources.

2. STANDARD SPHERE-GAP

The standard sphere-gap is a peak voltage measuring device constructed and arranged in accordance with the rules in this document. It consists of two metal spheres of the same diameter (D) with their shanks, operating gear, insulating supports, supporting frame and leads for connection to the point at which the voltage is to be measured. Standard values of D are 2 – 5 – 6.25 – 10 – 12.5 – 15 – 25 – 50 – 75 – 100 – 150 and 200 cm. The spacing between the spheres is designated S .

The points on the two spheres which are closest to each other are called the sparking points. In practice the disruptive discharge may occur between other neighbouring points.

Figures 1 and 2 show two arrangements, one of which is typical of sphere-gaps with a vertical axis and the other of sphere-gaps with a horizontal axis.

2.1 Requirements for the spheres

2.1.1 Tolerances on size and shape

The spheres shall be carefully made so that their surfaces are smooth and their curvature is as uniform as possible.

The requirements on their shapes are as follows:

General Shape

The diameter of each sphere shall nowhere differ by more than 2% from the nominal value.

Absence d'irrégularités dans le voisinage du point d'étincelle

La surface des sphères doit être raisonnablement dépourvue d'irrégularité dans la région voisine du point d'étincelle. Cette région est délimitée par un cercle tracé sur la sphère à l'aide d'un compas centré sur le point d'étincelle avec une ouverture égale à 0,3 fois le diamètre de la sphère.

L'absence d'irrégularités est vérifiée au moyen d'un sphéromètre dont l'écartement des pointes de base doit être compris entre 0,125 D et 0,25 D .

Le sphéromètre mesure la distance h de sa pointe centrale au plan passant par ses trois pointes de base, écartées entre elles de a .

Lorsque les trois pointes de base et la pointe centrale sont en contact avec une surface parfaitement sphérique de rayon $\frac{D}{2}$, on obtient la valeur suivante de h :

$$h = \frac{D}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - \frac{4}{3} a^2}$$

ou, avec une bonne approximation

$$h = \frac{D}{3} \left[\left(\frac{a}{D} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{a}{D} \right)^4 \right]$$

Les valeurs mesurées peuvent s'écarter de la précédente. Lorsque les pointes de base du sphéromètre occupent différentes positions dans la région définie plus haut, la différence entre les valeurs mesurées de h et la valeur donnée par la formule ne doit excéder nulle part:

0,1 % du diamètre (D) si celui-ci est inférieur ou égal à 100 cm

0,2 % du diamètre (D) si celui-ci est supérieur à 100 cm.

En l'absence de sphéromètre, des calibres circulaires plans peuvent être utilisés pour évaluer approximativement les irrégularités de surface.

Note: D'ordinaire, le contrôle des tolérances sur les dimensions et sur la forme n'a besoin d'être effectué de la façon ci-dessus indiquée qu'au moment de la première mise en place des sphères. Par la suite, il suffira normalement de procéder à un examen tactile ou visuel des sphères.

2.1.2 Etat des surfaces

Au voisinage du point d'étincelle, les surfaces des sphères doivent être exemptes de toute trace de vernis, graisse ou autre revêtement protecteur. Elles doivent être propres et sèches, mais il n'est pas nécessaire qu'elles soient polies. Lorsque les sphères sont devenues trop rugueuses ou piquées par l'usage, elles doivent être rendues lisses à nouveau ou remplacées.

Note: Lorsque l'humidité relative de l'air dépasse environ 90 %, de la condensation peut se produire à la surface des sphères et les mesures deviennent alors inexactes.

2.2 Construction des tiges des sphères

2.2.1 Eclateur vertical

Lorsque l'éclateur est disposé verticalement, la tige de la sphère à haute tension ne doit présenter ni arête vive, ni angle et son diamètre ne doit pas être supérieur à 0,2 D sur une longueur égale à D . Cette prescription est faite dans le but de réduire l'influence de la tige à haute tension sur la tension disruptive. Lorsqu'une électrode de répartition de champ est utilisée à l'extrémité de la tige, sa plus grande dimension normalement à l'axe de l'éclateur ne doit pas être supérieure à 0,5 D . Une telle électrode doit se trouver à une distance d'au moins 2 D du point d'étincelle de la sphère à haute tension.

Freedom from surface irregularities in the region of the sparking point

The spheres shall be reasonably free from surface irregularities in the region of the sparking point. This region is defined by a circle such as would be drawn on the spheres by a pair of dividers set to an opening of $0.3 D$ and centred on the sparking point.

The freedom from surface irregularities is checked by a spherometer of which the feet are between $0.125 D$ and $0.25 D$ apart.

The spherometer measures the distance h of its central point from the plane passing through the three feet of the instrument, which form an equilateral triangle of side a .

When the three feet and the central point are in contact with a perfectly spherical surface of radius $\frac{D}{2}$ the following value is obtained for h :

$$h = \frac{D}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - \frac{4}{3} a^2}$$

or, with adequate accuracy.

$$h = \frac{D}{3} \left[\left(\frac{a}{D} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{a}{D} \right)^4 \right]$$

The measured values may differ from the above. When the feet of the spherometer are placed in various positions in the region defined above, the difference between the measured values of h and the value given in the formula shall nowhere exceed:

0.1 % of the diameter (D) if this is less than or equal to 100 cm

0.2 % of the diameter (D) if this is greater than 100 cm.

If a spherometer is not available, flat circular gauges may be used for an approximate evaluation of irregularities of the surface.

Note: The tolerances on size and shape need usually only be checked in the manner described above when the spheres are first supplied. It will normally be sufficient to make subsequent examinations by feeling the spheres or inspecting them visually.

2.1.2 State of the surfaces

The surfaces of the spheres in the neighbourhood of the sparking points shall be free from any trace of varnish, grease, or other protective coating. They shall be clean and dry but need not be polished. If the spheres become excessively roughened or pitted in use they shall be re-burnished or replaced.

Note: If the relative humidity of the air exceeds about 90 %, moisture may condense on the surface and the measurements will then cease to be accurate.

2.2 Construction of the shanks of the spheres

2.2.1 Vertical gap

When the spheres are arranged vertically, the shank of the high-voltage sphere shall be free from sharp edges or corners and the diameter of the shank shall not exceed $0.2 D$ over a length D . This requirement is made in order to reduce the influence of the high-voltage shank on the disruptive discharge voltage. If a stress distributor is used at the end of the shank its greatest dimension, perpendicular to the axis of the spheres, shall not exceed $0.5 D$. Such stress distributors shall be at least $2 D$ from the sparking point of the high-voltage sphere.