

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1230**

Première édition
First edition
1993-08

**Travaux sous tension –
Dispositifs portables de mise à la terre
ou de mise à la terre et en court-circuit**

**Live working –
Portable equipment for earthing
or earthing and short-circuiting**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1230: 1993

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} 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.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1230**

Première édition
First edition
1993-08

**Travaux sous tension –
Dispositifs portables de mise à la terre
ou de mise à la terre et en court-circuit**

**Live working –
Portable equipment for earthing
or earthing and short-circuiting**

© CEI 1993 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

W

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

CORRIGENDUM 1

Le comité technique 78 est toujours attentif à l'emploi en travaux sous tension de matériaux et de produits chimiques qui, tout en étant adéquats, assurent la santé et la sécurité au travail ainsi que la protection de l'environnement. En conséquence, un solvant adéquat a été identifié pour remplacer le trichloro-1,1,2-trifluoro-1,2,2-éthane (aussi connu sous les appellations trifluorotrichloroéthane, Freon et Réfrigérant 113), utilisé auparavant.

Technical committee 78 continues to monitor the use of chemicals and materials in live working that are suitable and provide for safety, occupational health and environmental protection. As a result, a suitable solvent has been found to replace the previously used trichloro-1,1,2-trifluoro-1,2,2-ethane (also known as trifluorotrichloroethane, Freon and Refrigerant 113).

Page 32

6.6.3 Eprouvettes

Page 34, dernier alinéa, troisième ligne

Au lieu de:

avec des trifluorotrichloroéthane
(CF₂Cl-CFCl₂)

lire:

avec de l'isopropanol (CH₃-CH(OH)-CH₃)

Ajouter à la fin de cet alinéa, la note suivante:

NOTE Il est du devoir d'un employeur de s'assurer que la législation applicable, ainsi que les prescriptions de sécurité propres à l'usage de ce produit chimique sont respectées intégralement.

Page 33

6.6.3 Test pieces

Page 35, last paragraph, third line

Instead of:

with trifluorotrichloroethane
(CF₂Cl-CFCl₂)

to read:

with isopropanol (CH₃-CH(OH)-CH₃)

Add, at the end of this paragraph, the following note:

NOTE It is the duty of an employer to ensure that the relevant legislation and safety requirements for the use of this chemical are complied with in their entirety.

CEI 61230
(Première édition – 1993)

**Travaux sous tension –
Dispositifs portables de mise à la terre ou
de mise à la terre et en court-circuit**

IEC 61230
(First edition – 1993)

**Live working –
Portable equipment for earthing or
earthing and short-circuiting**

CORRIGENDUM 2

Page 8

2 Références normatives

la page 10, supprimer:

CEI 410:1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

Ajouter la publication suivante:

ISO 2859-1:1999, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs – Partie 1: Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*

Page 24

6.1.2 Essais de série sur prélèvement

Dernier alinéa

Au lieu de:

... dans la CEI 410,

lire:

... dans l'ISO 2859-1,

Page 9

2 Normative references

On page 11, delete:

IEC 410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

Add the following publication:

ISO 2859-1:1999, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

Page 25

6.1.2 Sampling tests

Last paragraph

Instead of:

... in IEC 410,

read:

... in ISO 2859-1,

Annexe B

Premier alin a

Au lieu de:

... sur la CEI 410, tableau II-A,

lire:

l'ISO 2859-1, tableau 2-A

Tableau B.1

Dans la note de bas de tableau

Au lieu de:

... en 11.6 de la CEI 410.

lire:

... en 12.6 de l'ISO 2859-1.

Annex B

First paragraph

Instead of:

... on IEC 410, table II-A,

read:

ISO 2859-1, table 2-A

Table B.1

In the note at the bottom of the table

Instead of:

... in 11.6 of IEC 410.

read:

... in 12.6 of ISO 2859-1.

CORRIGENDUM 3

Page 64

**Figure C.1 – Disposition pour essais de flexion
sur les perches de mise à la terre**

Sous la figure, la troisième ligne

Au lieu de:

$R = 100 \text{ m}$

lire :

$R = 100 \text{ mm}$

Page 65

**Figure C.1 – Arrangement for bending tests
on earthing poles**

Under the figure, third line

Instead of:

$R = 100 \text{ m}$

read:

$R = 100 \text{ mm}$

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
 Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	10
3.1 Essais	10
3.2 Termes spéciaux	10
4 Données des caractéristiques électriques	14
5 Prescriptions	14
5.1 Prescriptions générales	14
5.2 Câbles pour mise à la terre et en court-circuit	16
5.3 Barres de court-circuit	16
5.4 Connexions des dispositifs	18
5.5 Pincés et étaux	18
5.6 Dispositif complet de mise à la terre et en court-circuit	18
5.7 Eléments isolants	20
5.8 Marquage	20
5.9 Instructions d'utilisation du constructeur	22
6 Essais	24
6.1 Généralités	24
6.2 Essais de fatigue du câble muni de ses extrémités	28
6.3 Essais de pénétration d'humidité pour dispositifs comportant des câbles en cuivre	28
6.4 Essai de traction du câble muni de pincés	30
6.5 Essais des pincés, étaux, points fixes de connexion et connexions propres aux dispositifs pour vérifier la capacité des forces de raccordement permanent	30
6.6 Essai de courant de court-circuit	32
6.7 Essai de durabilité du marquage	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	11
3.1 Tests	11
3.2 Special terms	11
4 Data for electrical characteristics	15
5 Requirements	15
5.1 General requirements	15
5.2 Cables for earthing and short-circuiting	17
5.3 Short-circuiting bars	17
5.4 Connections within devices	19
5.5 Clamps	19
5.6 Complete earthing and short-circuiting device	19
5.7 Insulating elements	21
5.8 Marking	21
5.9 Manufacturer's instructions for use	23
6 Tests	25
6.1 General	25
6.2 Fatigue test on cable with end-fittings	29
6.3 Humidity penetration test on devices with copper cables	29
6.4 Pull test on cable with clamps	31
6.5 Test on clamps, fixed connection points and connections within devices with respect to ability to withstand connection forces	31
6.6 Short-circuit current test	33
6.7 Testing durability of marking	39

Figures

1	Illustrations d'un dispositif complet, portable, de mise à la terre ou de mise à la terre et en court-circuit	40
2	Illustrations d'un dispositif de mise à la terre et en court-circuit triphasé et de ses câbles	42
3	Illustrations d'un dispositif triphasé de mise à la terre et en court-circuit avec barre de court-circuit et câble de mise à la terre	44
4	Montages d'essai pour dispositifs polyphasés de mise en court-circuit pour raccordement à des conducteurs rigides	46
5	Montages d'essai pour dispositifs polyphasés de mise à la terre et en court-circuit pour lignes aériennes	48
6	Montages d'essai pour des dispositifs monophasés pour lignes aériennes d'un réseau monophasé et pour des câbles de terre de dispositifs polyphasés pour lignes aériennes ...	50
7	Appareil pour essai de fatigue comprenant la flexion et la torsion	52

Annexes

A	Instructions pour le choix, l'usage et l'entretien des dispositifs de mise à la terre ou de mise à la terre et en court-circuit	54
B	Plan d'échantillonnage	58
C	Règles provisoires pour le choix et les essais des perches de terre	60
D	Prescriptions et essais supplémentaires pour les dispositifs utilisant des câbles en parallèle	66

Figures

1	Illustrations of assembled portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting	41
2	Illustrations of three-pole earthing and short-circuiting cable devices	43
3	Illustration of a three-pole earthing and short-circuiting device with short-circuiting bar and earthing cable	45
4	Test set-ups for testing multi-pole short-circuiting devices for connection to rigid conductors	47
5	Test set-ups for testing multi-pole short-circuiting devices for overhead lines	49
6	Test set-ups for testing single-pole devices for overhead lines in single-phase systems and earthing cables of multi-pole devices for overhead lines	51
7	Apparatus for fatigue testing with bending and twisting	53

Annexes

A	Instructions for selection, use and maintenance of earthing or earthing and short-circuiting equipment	55
B	Sampling procedure	59
C	Interim rules for selection and testing of earthing poles	61
D	Additional requirements and tests for devices using cables connected in parallel	67

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVAUX SOUS TENSION – DISPOSITIFS PORTABLES DE MISE À LA TERRE OU DE MISE À LA TERRE ET EN COURT-CIRCUIT

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

La Norme internationale CEI 1230 a été établie par le comité d'études 78 de la CEI: Outils pour travaux sous tension.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS/Règle des Six Mois	Rapports de vote	Amendement au DIS/ Procédure des Deux Mois	Rapports de vote
78(BC)32	78(BC)40	78(BC)41 78(BC)50 78(BC)55	78(BC)48 78(BC)54 78(BC)66
78(BC)56	78(BC)69		

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

Les annexes A à D font partie intégrante de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIVE WORKING – PORTABLE EQUIPMENT FOR EARTHING OR EARTHING AND SHORT-CIRCUITING

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

International Standard IEC 1230 has been prepared by IEC technical committee 78: Tools for live working.

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

DIS/Six Months' Rule	Reports on voting	Amendment to DIS/ Two Months' Procedure	Reports on voting
78(CO)32	78(CO)40	78(CO)41 78(CO)50 78(CO)55	78(CO)48 78(CO)54 78(CO)66
78(CO)56	78(CO)69		

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

Annexes A to D form an integral part of this standard.

TRAVAUX SOUS TENSION – DISPOSITIFS PORTABLES DE MISE À LA TERRE OU DE MISE À LA TERRE ET EN COURT-CIRCUIT

1 Domaine d'application

Cette Norme internationale s'applique aux dispositifs portables s'accrochant à un point fixe ou non, pour mise temporaire à la terre ou mise à la terre et en court-circuit des réseaux électriques alternatifs hors tension, de transport et de distribution incluant les réseaux de chemins de fer, et ce, pour la protection des travailleurs. Elle fournit des recommandations pour la fabrication, la sélection, l'utilisation et l'entretien de cet équipement.

L'équipement de mise à la terre couvert par cette norme traite principalement des courants, temps et tension nécessaires pour des raisons d'isolation. La CEI 855 fournit les prescriptions électriques exigées pour les éléments isolants de l'équipement.

Les types et descriptions des composants ne sont pas précisés mais il convient qu'ils soient compatibles avec les prescriptions électriques et mécaniques de cette norme.

Cette norme ne s'applique qu'aux dispositifs utilisant des câbles de cuivre, des câbles d'aluminium, des barres de cuivre ou d'aluminium comme moyen de mise à la terre et en court-circuit.

Les dispositifs destinés seulement à l'écoulement des courants induits par les lignes, où le risque de mise sous tension est complètement éliminé ne sont pas inclus dans cette norme. Cependant, certaines prescriptions et certains essais peuvent être utilisés.

NOTE - La normalisation des dispositifs pour réseau à courant continu est à l'étude.

2 Références normatives

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

CEI 50 (151): 1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60-1: 1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales*

CEI 68-2: *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais*

CEI 68-2-42: 1982, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Kc: Essai à l'anhydride sulfureux pour contacts et connexions*

CEI 71-3: 1982, *Coordination de l'isolement – Troisième partie: Coordination de l'isolement entre phases. Principes, règles et guide d'application*

LIVE WORKING – PORTABLE EQUIPMENT FOR EARTHING OR EARTHING AND SHORT-CIRCUITING

1 Scope

This International Standard is applicable to portable equipment, with or without matching fixed connection points, for temporary earthing or earthing and short-circuiting of electrically isolated a.c. transmission and distribution systems, including railway systems, for the protection of workers. It provides recommendations for manufacture, selection, use and maintenance of this equipment

The earthing equipment covered by this standard should be based primarily on current and time, and on voltage where needed for insulation purposes. IEC 855 provides the electrical requirements for insulating components of the equipment.

Component types or configurations are not specified but should comply with the electrical and mechanical requirements of this standard.

This standard is applicable only to equipment using copper cables, copper bars or aluminium bars as the earthing and short-circuiting medium.

Devices meant only for the draining of induced currents, where the risk of energization is completely eliminated, are not included in this standard. However, certain requirements and tests for that type of device can be taken from this standard.

NOTE - The standardization of equipment for d.c. systems is under consideration.

2 Normative references

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

IEC 50 (151): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60-1: 1989, *High voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 68-2: *Environmental testing – Part 2: Tests*

IEC 68-2-42: 1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections*

IEC 71-3: 1982, *Insulation co-ordination – Part 3: Phase-to-phase insulation co-ordination. Principles, rules and application guide*

CEI 410: 1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

CEI 479-1: 1984, *Effets du courant passant par le corps humain – Première partie: Aspects généraux. Chapitre 1: Impédance électrique du corps humain. Chapitre 2: Effets du courant alternatif de fréquence comprise entre 15 Hz et 100 Hz. Chapitre 3: Effets du courant continu*

CEI 855: 1985, *Tubes isolants remplis de mousse et tiges isolantes pleines pour travaux sous tension*

CEI 1235: 1993, *Tubes creux isolants pour les travaux électriques* (en préparation)

CEI 1138: 1992, *Câbles d'équipement portable de mise à la terre et de court-circuit*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.*

3.1 Essais

3.1.1 essai de type: Essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications. [VEI 151.04.15]

3.1.2 essai individuel de série: Essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis. [VEI 151-04-16]

3.1.3 essai de série sur prélèvement: Essai effectué sur un certain nombre de dispositifs prélevés au hasard dans un lot. [VEI 151-04-17]

3.1.4 essai de réception: Essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification. [VEI 151-04-20] (voir annexe A)

3.2 Termes spéciaux

3.2.1 dispositif portable de mise à la terre ou mise à la terre et en court-circuit: Appareil tenu à la main, qui, avec les éléments isolants, est posé et raccordé aux parties électriques d'une installation en vue de la mise à la terre ou de la mise à la terre et en court-circuit. Il comprend les liaisons de mise à la terre, les liaisons de mise en court-circuit et un ou plusieurs éléments isolants tels que perche de mise à la terre (voir figures 1, 2 et 3).

3.2.2 câble de terre: Câble reliant un dispositif de court-circuit au réseau de mise à la terre (voir figures 1a, 2a, 2b et 3).

* Il convient de consulter les CEI 50 (441) et CEI 50 (601) pour les termes généraux employés dans la présente norme.

IEC 410: 1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 479-1: 1984, *Effects of current passing through the human body – Part 1: General aspects. Chapter 1: Electrical impedance of the human body. Chapter 2: Effects of alternating current in the range of 15 Hz to 100 Hz. Chapter 3: Effects of direct current*

IEC 855: 1985, *Insulating foam-filled tubes and solid rods for live working*

IEC 1235: 1993, *Insulating hollow tubes for electrical purposes* (under consideration)

IEC 1138: 1992, *Cables for portable earthing and short-circuiting equipment*

3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply.*

3.1 Tests

3.1.1 type test: A test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications. [IEV 151-04-15]

3.1.2 routine test: A test to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria. [IEV 151-04-16]

3.1.3 sampling test: A test on a number of devices taken at random from a batch. [IEV 151-04-17]

3.1.4 acceptance test: A contractual test to prove to the customer that the device meets certain conditions of its specification. [IEV 151-04-20] (see annex A)

3.2 Special terms

3.2.1 portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting: Equipment which is brought and connected to parts of electric installations for earthing or earthing and short-circuiting purposes by hand, with insulating component(s). Comprises earthing components, short-circuiting components and one or more insulating components, for instance earthing poles (see figures 1, 2 and 3).

3.2.2 earthing cable: Cable connecting a short-circuiting device with the earthing system (see figures 1a, 2a, 2b and 3).

* See IEC 50 (441) and IEC 50 (601) for the general terms used in this standard.

3.2.3 dispositif de court-circuit: Dispositif reliant les conducteurs de ligne entre eux pour réaliser un court-circuit (voir figures 1, 2 et 3, numéros 2, 3, 5, 15 et 17). La liaison peut passer en partie par le réseau de mise à la terre (voir figure 2d).

3.2.4 câble de court-circuit: Câble faisant partie du dispositif de court-circuit (voir figures 1 et 2).

3.2.5 barre de mise en court-circuit: Conducteur rigide tel que barre ou tube faisant partie du dispositif de mise en court-circuit (voir figure 3).

3.2.6 bloc de jonction: Composant permettant de relier un câble de court-circuit soit directement, soit par une liaison de connexion telle qu'une cosse d'extrémité de câble, avec les autres câbles de court-circuit et avec le câble de mise à la terre ou avec l'étau de terre (voir figures 1a et 2a).

3.2.7 étau de terre: Etau qui est fixé au câble de mise à la terre ou au câble de mise en court-circuit ou au bloc de jonction soit directement, soit au travers d'une liaison et qui est utilisé pour le raccordement direct au réseau de mise à la terre ou à un point fixe de connexion (voir figures 1a, 2 et 3).

3.2.8 pince (pour conducteurs de lignes): Pince qui est reliée au câble de mise en court-circuit, aux barres de mise en court-circuit ou à la rallonge conductrice directement ou au moyen d'une liaison de connexion et qui est utilisée pour le raccordement direct (conducteur de ligne, jeu de barres ou autre conducteur transportant du courant) ou par l'intermédiaire d'un point fixe de connexion (voir figures 1, 2 et 3).

3.2.9 point fixe de connexion: Pièce spéciale de l'installation où la pince vient se fixer (telle que pointe terminée par une boule, tige cylindrique, boulon, crochet, pièce pliée, goujon) (voir figures 1a et 5a).

3.2.10 élément isolant: Pièce isolante tenue à la main permettant de poser ou de raccorder les pinces aux parties électriques de l'installation pour réaliser la mise à la terre ou la mise à la terre et en court-circuit.

3.2.11 perche de mise à la terre: Élément isolant comprenant une perche isolante (voir figure 1, $L_H + L_L$) équipée d'un raccord permanent ou détachable (voir figure 1, numéro 14) s'adaptant aux pinces, aux barres de mise en court-circuit ou à la rallonge conductrice.

3.2.12 rallonge conductrice: Conducteur rigide séparant la perche isolante de la pince, formant une rallonge au câble de mise à la terre ou au câble de mise en court-circuit (voir figure 1b).

3.2.13 courant assigné I_r et temps assigné t_r : Valeurs assignées du dispositif ou d'une partie de celui-ci, dimensionné pour tenir le courant de court-circuit permettant de définir la valeur maximale efficace du courant et la plus grande valeur de l'effet joule ($I_r^2 \cdot t_r$) qu'il peut supporter sans créer d'effets dangereux.

3.2.14 courant de crête i_m : Valeur de crête de la plus grande amplitude du courant pendant la période transitoire apparaissant au moment où le circuit est mis sous tension.

3.2.3 short-circuiting device: Device for interconnecting conductors for short-circuiting purposes (see figures 1, 2 and 3, items 2, 3, 5, 15 and 17). The interconnection may be made partly through the earthing system (see figure 2d).

3.2.4 short-circuiting cable: Cable forming part of a short-circuiting device (see figures 1 and 2).

3.2.5 short-circuiting bar: Rigid conductor, such as a bar or tube, forming part of a short-circuiting device (see figure 3).

3.2.6 connecting cluster: Component for connecting short-circuiting cables either directly or through connecting links, such as cable lugs, with each other and with earthing cable or earth clamp (see figures 1a and 2a).

3.2.7 earth clamp: Clamp which is attached to an earthing cable, short-circuiting cable or connecting cluster, either directly or through connecting links, and is used for connecting to the earthing system, either directly or through a fixed connection point (see figures 1a, 2 and 3).

3.2.8 line clamp: Clamp which is attached to a short-circuiting cable, short-circuiting bar or conductive extension component, either directly or through connecting links, and used for connecting to line (line conductors, busbars or other current-carrying conductors), or through a fixed connection point (see figures 1, 2 and 3).

3.2.9 fixed connection point: Part of installation specially arranged for clamp connection (for example, ball pin, cylinder bolt, bow, hook, stirrup, stud) (see figures 1a and 5a).

3.2.10 insulating element: Hand-held insulating component for bringing and connecting line clamps to parts of electric installations, for earthing or earthing and short-circuiting purposes.

3.2.11 earthing pole (earthing stick): Insulating element comprising an insulating pole (see figure 1, $L_H + L_A$) equipped with a permanent or detachable coupling (see figure 1, item 14) for line clamp, short-circuiting bar or conductive extension component.

3.2.12 conductive extension component: Rigid conductor between an insulating pole and a line clamp, forming an extension of an earthing or a short-circuiting cable (see figure 1b).

3.2.13 rated current I_r , and rated time t_r : Values assigned to a device, or part of it, to define the highest r.m.s value of current and the highest Joule-integral ($I_r^2 \cdot t_r$) that it can resist without unacceptable effects. The values apply only to those parts designed to withstand short-circuit current.

3.2.14 peak current I_m : Peak value of the highest current during the transient period following initial energizing of the circuit.

4 Données des caractéristiques électriques

Chaque partie d'un dispositif de mise à la terre ou de mise à la terre et en court-circuit qui doit subir un courant de court-circuit est caractérisée par son courant assigné I_r et son temps assigné t_r .

Six valeurs de temps assigné t_r sont normalisées:

3 s, 2 s, 1 s, 0,5 s, 0,25 s et 0,1 s

I_r doit être spécifié pour un de ces temps assignés, soit:

I_{r3} ; I_{r2} ; I_{r1} ; $I_{r0,5}$; $I_{r0,25}$ ou $I_{r0,1}$ kA eff.

Aucune partie d'un dispositif de court-circuit ne doit jamais être soumise à :

- un courant supérieur au courant assigné I_r ;
- un échauffement par effet joule supérieur à $I_r^2 \cdot t_r$.

5 Prescriptions

5.1 Prescriptions générales

Le dispositif de mise à la terre et en court-circuit doit pouvoir être utilisé sans danger pour mettre à la terre les installations électriques (voir annexe A).

Le dispositif, lorsqu'il est installé comme indiqué dans la notice d'emploi, doit supporter les contraintes dues au courant de court-circuit pour lesquelles il a été conçu sans entraîner de risques électrique, mécanique, chimique ou thermique pour les personnes. Pour l'usage à l'intérieur, les températures et les matériaux retenus doivent être coordonnés afin de ne pas gêner l'évacuation du personnel et d'éviter des émanations dangereuses de vapeur toxique, des dommages sérieux et permanents aux installations et aux bâtiments.

Au regard des variations des conditions climatiques, l'utilisation normale doit répondre à une plage de température de -25 °C à $+55\text{ °C}$. Deux catégories spéciales pour chaude (W) et froide (C) températures sont ajoutées (voir tableau 1).

Tableau 1 – Catégories spéciales de température

Catégorie	Plage de température
Chaude (W)	-5 °C à $+70\text{ °C}$
Froide (C)	-40 °C à $+55\text{ °C}$

Les paragraphes suivants précisent les prescriptions et les essais nécessaires pour vérifier que le dispositif répond à ces prescriptions. Tout accord peut être conclu entre fabricant et client sur des prescriptions et essais complémentaires demandés dans la spécification du client.

4 Data for electrical characteristics

Each component of an earthing or earthing and short-circuiting device that shall withstand short-circuit current is characterized by its rated current, I_r , and rated time, t_r .

Six values of rated time, t_r , are standardized:

3 s, 2 s, 1 s, 0,5 s, 0,25 s and 0,1 s

I_r shall be specified for one of these standard times as:

I_{r3} ; I_{r2} ; I_{r1} ; $I_{r0,5}$; $I_{r0,25}$ or $I_{r0,1}$ kA r.m.s.

No part of an earthing and short-circuiting device shall be exposed to:

- a current greater than its rated current, I_r ;
- a Joule-integral greater than $I_r^2 \cdot t_r$.

5 Requirements

5.1 General requirements

Equipment shall permit safe earthing and short-circuiting of electrical installations (see annex A).

Devices, when installed according to instructions for use, shall be able to withstand all stresses from fault currents for which they are designed without causing electrical, mechanical, chemical or thermal danger to persons. For indoor use, accepted temperatures and materials shall be coordinated to avoid interference with evacuation of personnel and harmful concentrations of toxic vapours as well as serious and permanent damage to installations or building.

With respect to climatic conditions, normal use shall refer to a temperature range -25 °C to $+55\text{ °C}$. Two special categories for warm (W) and cold (C) temperature use are included (see table 1).

Table 1 – Special temperature categories

Category	Temperature range
Warm (W)	-5 °C to $+70\text{ °C}$
Cold (C)	-40 °C to $+55\text{ °C}$

The following subclauses specify the requirements and tests necessary to verify that equipment meet the requirements. Any agreement may be made between manufacturer and customer on additional requirements and tests prescribed in the customer's specification.

5.2 Câbles pour mise à la terre et en court-circuit

Les câbles pour mise à la terre et en court-circuit sont soumis à des prescriptions spéciales concernant la légèreté, la flexion dans une large bande de température et des propriétés spéciales aux hautes températures. L'isolation a une fonction essentielle de protection mécanique et chimique du conducteur. Elle doit tenir 50 V eff. pendant le temps du court-circuit et lorsqu'elle est exposée à la tension mécanique et à l'élévation de température due au passage du courant de court-circuit. Ces prescriptions sont atteintes en partie, en choisissant des câbles de court-circuit en accord avec la CEI 1138.

NOTE - Dans la pratique, deux couleurs sont retenues pour les câbles:

- 1 une couleur vive, telle que orange ou rouge, augmentant la visibilité du dispositif. Le choix est laissé aux utilisateurs;
- 2 une isolation transparente permet une inspection de la surface du conducteur pour juger de la corrosion et des brins coupés. Cependant, cette transparence se perd suite à une utilisation prolongée du dispositif.

Les câbles de mise à la terre et de mise en court-circuit doivent être choisis pour subir les courants maximaux et effets Joule auxquels ils peuvent être exposés en pratique.

5.2.1 Câbles de mise à la terre utilisés dans les réseaux mis à la terre directement

Les câbles de mises à la terre utilisés dans les réseaux mis à la terre directement doivent avoir les mêmes sections que ceux des câbles ou barres de mise en court-circuit.

5.2.2 Câbles de mise à la terre utilisés dans les réseaux mis à la terre indirectement

Les sections des câbles de terre utilisés dans les réseaux mis à la terre indirectement peuvent être inférieures à celles des câbles ou barres correspondants de mise en court-circuit, mais jamais inférieures à celles présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 - Sections minimales des câbles de terre en fonction de celles des câbles et/ou barres de court-circuit

Section équivalente de cuivre des dispositifs de court-circuit mm ²	Section minimale équivalente de cuivre pour câbles de terre mm ²
16	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	35
≥120	50

5.3 Barres de court-circuit

Les barres de mise en court-circuit doivent être choisies pour tenir le courant maximal et l'effet Joule auxquels elles seront soumises dans la pratique.

Les dimensions des barres pour réaliser les mises en court-circuit ne sont pas normalisées.

Les matériaux utilisés pour les barres de mise en court-circuit doivent être définis en accord avec les normes de la CEI.

5.2 Cables for earthing and short-circuiting

Cables for earthing and short-circuiting purposes shall meet special requirements regarding low weight, flexibility over a wide range of temperature and properties at high temperature. The insulating covering is essential for protection against mechanical and chemical damage. It shall withstand 50 V r.m.s. during the time of the short-circuit and when exposed to the clashing and temperature rise produced by the short-circuit current. These requirements are met, in part, by selecting short-circuiting cables according to IEC 1138.

NOTE - There are two common practices regarding the colour of the covering:

- 1 a bright colour, such as orange or red, to increase the visibility of the device. Preferences differ among users;
- 2 Transparency to permit inspection of the conductor for signs of corrosion or surface strand damage, although such transparency is usually lost after repeated use.

Earthing and short-circuiting cables shall be selected to withstand the maximum currents, times and Joule-integrals to which they can be exposed in practice.

5.2.1 Earthing cables used on solidly earthed systems

Earthing cables used on solidly earthed systems shall have the same cross-section as the associated short-circuiting cables or bars.

5.2.2 Earthing cables used on non-solidly earthed systems

Earthing cables used on non-solidly earthed systems may have a cross-section less than the corresponding short-circuiting cables or bars, but never less than that given in table 2.

Table 2 - Minimum cross-section of earthing cable related to the cross-section of the short-circuiting cable and/or bar

Copper equivalent cross-section of short-circuiting cable and/or bar mm ²	Minimum copper equivalent cross-section of earthing cable mm ²
16	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	35
≥120	50

5.3 Short-circuiting bars

Short-circuiting bars shall be selected to withstand the maximum currents, time and Joule-integrals to which they can be exposed in practice.

Dimensions of bars for short-circuiting purposes are not standardized.

Material for short-circuiting bars shall be selected in accordance with IEC standards.

5.4 Connexions des dispositifs

Une excellente résistance à la fatigue est requise pour les connexions des câbles à des parties rigides (cosses, etc.) (voir annexe A). Les attaches des câbles aux parties rigides doivent être réalisées avec grand soin pour assurer que les caractéristiques minimales des câbles sont maintenues. Les connexions soudées ne sont pas permises. Si la partie primaire de raccordement est réalisée à l'aide d'une partie intermédiaire telle que des cosses, la connexion suivante doit être protégée contre un démontage fortuit. De simples vis ou boulons, s'ils sont utilisés, doivent toujours être combinés avec un complément tel que rondelles freins, de manière à empêcher le glissement ou la rotation.

La conformité doit être vérifiée par les essais en accord avec 6.2, 6.4, 6.5 et 6.6 et par inspection visuelle. Si un essai contre la pénétration de l'humidité pour dispositif comportant des câbles en cuivre est accepté par le client et le fabricant, il doit être exécuté suivant 5.3.

5.5 Pincés et étaux

Les pincés et étaux doivent, après avoir été exposés aux conditions atmosphériques décrites (voir 6.6.3) et avoir été fixés, conformément aux instructions (voir 6.6.5 et tableau 4), aux conducteurs ou aux points fixes pour lesquelles ils ont été conçus, offrir un contact correct et tenir les efforts thermiques et mécaniques produits par le passage des courants de court-circuit assignés.

Les forces de serrage ne doivent pas occasionner de dommages aux pincés ou aux points de fixation (points fixes de connexion ou conducteurs).

Les pincés d'accrochage en ligne doivent facilement être mises en place au moyen d'un élément isolant, aux points de fixation de caractéristiques (taille, forme, liberté de mouvement) à définir entre l'acheteur et le fabricant. Si les points de fixation ne sont pas prévus, la pince doit être adaptable à la surface et à la forme du conducteur au point de fixation.

La conformité doit être assurée par des essais définis en 6.5 et 6.6 et par contrôle manuel.

5.6 Dispositif complet de mise à la terre et en court-circuit

Après mise en place suivant les instructions, le dispositif de mise en court-circuit doit protéger des tensions dangereuses et des arcs électriques provenant d'une mise sous tension accidentelle.

Tous les conducteurs et les connexions du dispositif doivent résister à la combinaison thermique et mécanique des efforts pendant le temps du courant crête de court-circuit.

Dans un dispositif, tous les câbles qui doivent subir un même courant de court-circuit doivent avoir la même section.

Le dispositif doit avoir une isolation adéquate pour assurer que le contact temporaire des parties du dispositif entre elles ou du dispositif avec les structures environnantes ne crée pas d'arc électrique. Pour les câbles, ceci est satisfait par l'application en 5.2. Pour les blocs de jonction et pour les rallonges conductrices, le besoin d'isolation doit être considéré au regard des risques de contacts temporaires.

La conformité doit être assurée par les essais selon 6.6 et par inspection visuelle.

5.4 *Connections within devices*

Excellent fatigue resistance is required for the connections of cables to rigid parts (ferrules, etc.) (see annex A). The connections shall be made with great care to ensure that the specified minimum characteristics of the cable are maintained. Soldered connections are not allowed. If the primary attachment is made to intermediate parts such as cable lugs, the next connection shall be protected against unintentional loosening. Single screws or nuts, if used, shall always be combined with a device, for instance lock washers, that positively prevents slippage or rotation.

Compliance shall be verified by tests according to 6.2, 6.4, 6.5 and 6.6 and by visual inspection. If a humidity penetration test on a device with copper cable is agreed to between the customer and manufacturer, it shall be carried out according to 5.3.

5.5 *Clamps*

After exposure to prescribed atmospheric conditions (see 6.6.3) and when connected in accordance with instructions (see 6.6.5 and table 4) to conductors or fixed connection points for which they are intended, clamps shall provide reliable contact performance and withstand the thermal and mechanical stresses produced by the rated fault currents.

Tightening forces shall not cause damage to clamps or connecting points (fixed connection points or conductors).

Line clamps shall permit easy installation by means of an insulating element, to connecting points having the specific properties (such as size, shape, freedom of movement) to be agreed between customer and manufacturer. If fixed connection points are not provided, the clamp shall be suitable for the surface and shape of the conductor at the connecting point.

Compliance shall be verified by tests according to 6.5 and 6.6 and by checking manually.

5.6 *Complete earthing and short-circuiting device*

After connection according to instructions, the short-circuiting device shall offer protection against dangerous voltages and electric arcs caused by accidental energization.

All conductors and connections of the device shall withstand the combined thermal and mechanical stresses caused by a short time peak current of a short-circuit.

For a device, all cables exposed to short-circuit current shall have the same cross-section.

The device shall have adequate insulation to ensure that temporary contact between parts of the device, or between these parts and surrounding structures, does not cause arcing. For cables this is dealt with in 5.2. For connecting clusters and conductive extension components, the need for insulation shall be considered with regard to risk from temporary contacts.

Compliance shall be verified by tests according to 6.6 and by visual inspection.

5.7 *Éléments isolants*

Les éléments isolants doivent offrir une sécurité en ce qui concerne les propriétés isolantes, les distances d'isolement dans l'air, les prises en main et les poids des éléments.

Aucun câble ne doit descendre le long de la perche de mise à la terre, à l'extérieur ou à l'intérieur de celle-ci.

La perche et ses adaptateurs doivent résister aux contraintes de flexion et de torsion venant de la charge et de la force de serrage. La flèche doit être minimale pour éviter le risque de mouvements incontrôlables.

Ces prescriptions sont obtenues en choisissant correctement les perches isolantes suivant la CEI 855 et la CEI 1235. Des règles provisoires pour le choix des perches de mise à la terre sont formulées dans les annexes A et C.

Les adaptateurs amovibles entre une perche de terre et étau de ligne ou rallonge conductrice (voir figure 1, numéro 14), ou la barre de court-circuit doivent permettre l'ajustement et l'enlèvement sur la perche de terre sans que les forces de traction ou de poussée n'excèdent 100 N. Si la perche de terre peut se détacher seulement par traction ou poussée, la force de libération ne doit pas être inférieure à 50 N.

La conformité doit être assurée par la mesure.

5.8 *Marquage*

5.8.1 *Généralités*

- le marquage doit être clairement lisible;
- les lettres du marquage doivent être au moins de 3 mm de haut;
- le marquage doit être durable.

La conformité doit être assurée en réalisant l'essai suivant 6.7 et par inspection visuelle.

5.8.2 *Autres marquages sur les dispositifs de mise à la terre et en court-circuit*

Les dispositifs doivent porter au minimum les marquages suivants:

- nom du fabricant ou marque de fabrication;
- modèle ou référence du type du dispositif;
- section droite en mm² et double triangle à des intervalles de 1 m sur chaque câble;
- année de fabrication.

5.8.3 *Marquages sur les dispositifs de court-circuit pouvant figurer après accord*

Les informations suivantes doivent être indiquées dans la description des performances donnée par le fabricant et, si un accord est obtenu entre le client et le fabricant, ces informations doivent être marquées sur le dispositif. Le marquage doit être porté

5.7 *Insulating elements*

Insulating elements shall provide safety with respect to insulating properties, insulation clearance distances, handling and component weights.

No cable shall follow an earthing pole, either outside or inside.

The earthing pole and its couplings shall withstand the bending and torsion stresses produced by the load and the tightening forces. The deflection shall be minimized to avoid uncontrollable movements.

These requirements are met by a proper selection of insulating elements according to IEC 855 and IEC 1235. Interim rules for selection of earthing poles are given in annexes A and C.

Detachable couplings between an earthing pole and line clamp or conductive extension component (see figure 1, item 14) or short-circuiting bar shall allow fitting and removal of the earthing pole without using pulling or pushing forces exceeding 100 N. If the earthing pole can be detached by pulling or pushing only, the release force shall not be less than 50 N.

Compliance shall be checked by measurement.

5.8 *Marking*

5.8.1 *General*

- marking shall be clearly legible;
- marking letters shall be at least 3 mm high;
- marking shall be durable.

Compliance shall be verified by test according to 6.7 and by visual inspection.

5.8.2 *Mandatory marking on earthing and short-circuiting devices*

Devices shall be marked with at least the following markings:

- manufacturer's name or trade mark;
- model or type reference for the device;
- cross-section in mm², material and a double triangle symbol at 1 m intervals on each cable;
- year of manufacture.

5.8.3 *Data on short-circuiting devices to be given as marking only when agreed*

Short-circuiting device data to be included in the manufacturer's performance description and, if agreed between customer and manufacturer, as marking on the device, are specified in this sub-clause. The marking shall be made individually on each branch or,

individuellement sur chaque branche ou si le dispositif de court-circuit et le câble de terre ont les mêmes valeurs, le marquage commun sera alors porté par exemple sur un bloc de jonction:

- courant assigné I_r (kA eff.) sur temps assigné t_r (s) du dispositif: I_r (kA) t_r (s) (par exemple 10 kA/0,5 s);
- «1 kV», ajouté après les autres valeurs pour les dispositifs qui sont essayés avec des valeurs n inférieures à 2,5 suivant le tableau 6.

La conformité doit être assurée par une inspection visuelle.

5.8.4 Marquages sur les éléments isolants

Les règles de marquage pour les différents types d'éléments isolants sont données dans les normes spécifiques, et en ce qui concerne les perches de mise à la terre des règles provisoires se trouvent dans l'annexe C.

5.9 Instructions d'utilisation du constructeur

Les instructions du constructeur pour l'utilisation doivent comprendre au moins les éléments suivants:

- une explication des marquages et les directives nécessaires pour l'assemblage;
- les règles d'entretien et de vérification;
- les instructions pour mise en place de serrage;
- les valeurs de couples et les règles de montage correct pour les boulons qui peuvent être démontés par le client;
- limitation, si nécessaire, des valeurs assignées pour usage à l'intérieur;
- catégorie(s) de températures couvertes;
- indication des restrictions, si nécessaire, pour usage à l'intérieur;
- spécification d'une quelconque caractéristique additionnelle du dispositif, indiquée par le fabricant;
- service de remise en état par le constructeur après inspection complète selon 6.2;
- nécessité de mise au rebut des dispositifs qui ont été exposés à un courant de court-circuit.

La conformité doit être assurée par une inspection visuelle.

if short-circuiting device and earthing cable have the same ratings, as a common marking, for example on a connecting cluster:

- rated current I_r (kA r.m.s.) for rated time t_r (s) of the device: I_r (kA) t_r (s) (for example 10 kA/0,5 s);
- "1 kV", added after the other ratings for devices, which are tested with n -values less than 2,5 according to table 6.

Compliance shall be checked by visual inspection.

5.8.4 Marking on insulating elements

Marking rules for different types of insulating elements are given in specific standards, and for earthing poles as the interimistic rules of annex C.

5.9 Manufacturer's instructions for use

The manufacturer's instructions for use shall include at least the following statements:

- explanation of markings, and the necessary directions for assembly;
- guidelines for maintenance and inspection;
- instructions for installation and tightening;
- torque values and instructions for securing of auxiliary fasteners, which may be loosened by the customer;
- limitation, if any, of the rated values for indoor use;
- temperature category(-ies) covered;
- if the use of the device is restricted to indoor use;
- specification of any additional characteristic of the device indicated by the manufacturer;
- re-assembly service by the manufacturer after thorough inspection corresponding to that described in 6.2;
- necessity to dispose of devices which have been exposed to short-circuit current.

Compliance shall be checked by visual inspection.

6 Essais

6.1 Généralités

Une liste d'essais portant les références des paragraphes est donnée au tableau 3. Tout accord peut être passé entre client et fabricant sur des essais supplémentaires prescrits dans la spécification du client.

Les matériaux essayés lors des essais destructifs ne doivent pas être réutilisés.

Les essais doivent être conduits à des températures comprises entre 5 °C et 40 °C sans tenir compte de l'humidité, sauf prescriptions contraires.

Sauf prescriptions contraires, les essais électriques doivent être conduits avec une tension alternative monophasée selon la CEI 60-1 et la CEI 60-2.

NOTE - Une large fourchette de conditions climatiques est spécifiée car des essais extérieurs peuvent être préférables ou nécessaires.

6.1.1 Essais de type

Les essais de type doivent être réalisés à l'initiative du fabricant. Tout changement dans la conception, la fabrication ou les matériaux doit entraîner de nouveaux essais de type.

Le fabricant doit faire la preuve au client que les essais de type selon le tableau 3 ont été menés avec succès.

Ces essais doivent être menés sur trois spécimens sauf indication contraire. Pour être acceptés, tous les spécimens doivent réussir les essais.

6.1.2 Essais de série sur prélèvement

Les essais de série sur prélèvement doivent être menés sur instigation du fabricant.

Le fabricant doit faire la preuve au client que les essais de série sur prélèvement suivant le tableau 3 ont été menés avec succès. Le client peut prendre part à l'échantillonnage si ceci est précisé dans la spécification du client.

Tous les défauts d'essais de série sur prélèvement doivent être considérés comme défauts majeurs.

L'essai de série sur prélèvement doit suivre les procédures décrites dans la CEI 410, avec cependant, un plan d'échantillonnage simple en contrôle normal en accord avec l'annexe B.

6 Tests

6.1 General

A list of tests with references to corresponding subclauses is given in table 3. Any agreement may be made between customer and manufacturer on additional tests as prescribed in the customer's specification.

Components evaluated by destructive tests shall not be re-used.

Tests shall be carried out at temperatures between 5 °C and 40 °C and regardless of humidity, unless otherwise specified.

Unless otherwise specified, electrical tests shall be carried out with single-phase a.c. voltage in accordance with IEC 60-1 and IEC 60-2.

NOTE - This broad range of climatic conditions is specified because outdoor testing may often be preferable or necessary.

6.1.1 Type tests

Type tests shall be carried out at the instigation of the manufacturer. Any change in design, manufacture or material shall require new type tests.

The manufacturer shall provide evidence to the customer that the type tests given in table 3 have been successfully carried out.

Unless otherwise specified, these tests shall be carried out on three specimens. The tests are considered as passed when all specimens pass the test.

6.1.2 Sampling tests

Sampling tests shall be carried out at the instigation of the manufacturer.

The manufacturer shall provide evidence to the customer that the sampling tests given in table 3 have been successfully carried out. The customer may participate in the sampling selection if this is indicated in the customer's specification.

All sampling test defects shall be regarded as major defects.

The sampling test shall follow the procedures given in IEC 410, and in accordance with the single sampling plan for normal inspection given in annex B.

Tableau 3 – Liste des essais rapportés aux paragraphes et aux catégories d'essai

Numéro d'essai	Nature des essais	Paragraphe		Description	Méthodes d'essai	Type	Catégorie d'essai	
		Description	Essai				Série sur prélèvement	Individuel de série
1	Non destructif	5.1	-	Vérifier que les câbles et les éléments isolants sont compatibles avec les conditions climatiques prescrites et le champ d'application	- Inspection visuelle			x
2	Non destructif	5.2	-	Vérifier le matériau et la section au câble de terre	- Inspection visuelle			x
3	Non destructif	5.4	-	Vérifier les méthodes de connexion	- Inspection visuelle			x
4	Destructif	5.4	6.2	Essai de fatigue sur le câble monté avec ses extrémités.	- Essai	x	x	
5	Destructif	5.4	6.3	Essai de pénétration d'humidité sur le câble cuivré monté avec ses extrémités	- Essai	1)	1)	
6	Destructif	5.4	6.4	Essai de traction sur le câble muni de pinces et étai	- Essai	x	x	
7	Non destructif	5.5	-	Essai d'application de la pince	- Contrôle manuel	x		
8	Destructif	5.4-5.5	6.5	Essai des pinces, des points fixes de connexion et des connexions propres aux dispositifs pour vérifier la capacité des forces de raccordement permanent	- Essai	x		
9	Non destructif	5.6	-	Vérification de l'absence des parties nues des conducteurs	- Inspection visuelle			x
10	Destructif	5.6	6.6	Essai du courant de court-circuit	- Essai	x		
11	Non destructif	5.7	-	Vérifier les forces de mise en place et de libération des raccords détachables	- Mesure			x
12	Non destructif	5.7	-	Vérification qu'aucun câble ne soit disposé le long de la perche	- Inspection visuelle			x
13	Non destructif	5.8	-	Vérification des marquages	- Inspection visuelle			x
14	Non destructif	5.8	6.7	Essai de durabilité du marquage	- Essai	x	x	
15	Non destructif	5.9	-	Vérifier que le mode d'emploi du fabricant est joint et est acceptable	- Inspection visuelle			x
16	Destructif	Annexe C	-	Essai de flexion de la perche de mise à la terre	- Essai	x	x	
17	Destructif	Annexe C	-	Essai de torsion de la perche de mise à la terre avec ses raccords	- Essai	x	x	

1) Dépend de l'accord entre client et fabricant.

Table 3 – List of tests referred to subclauses and test categories

Test number	Nature of test	Subclause		Description	Test method	Category of test		
		Description	Test			Type	Sampling	Routine
1	Non-destructive	5.1	-	Check that cables and insulating elements are suitable for the prescribed climatic conditions and fields of application	- Visual inspection			x
2	Non-destructive	5.2	-	Check material and cross-section designations of conductors	- Visual inspection			x
3	Non-destructive	5.4	-	Check of connecting methods	- Visual inspection			x
4	Destructive	5.4	6.2	Fatigue test on cable with end fittings	- Testing	x	x	
5	Destructive	5.4	6.3	Humidity penetration test on copper cable with end fittings	- Testing	1)	1)	
6	Destructive	5.4	6.4	Pull test on cable with clamps	- Testing	x	x	
7	Non-destructive	5.5	-	Suitability of line clamp	- Manual checking	x		
8	Destructive	5.4-5.5	6.5	Test on clamps, fixed connection points and connections within devices with respect to ability of standing connecting forces	- Testing	x		
9	Non-destructive	5.6	-	Check that there are no bare parts of conductors	- Visual inspection			x
10	Destructive	5.6	6.6	Short-circuit current test	- Testing	x		
11	Non-destructive	5.7	-	Check fitting and removal forces of detachable couplings of earthing poles	- Measurement			x
12	Non-destructive	5.7	-	Check that no cable is drawn within or along the pole	- Visual inspection			x
13	Non-destructive	5.8	-	Check of marking	- Visual inspection			x
14	Non-destructive	5.8	6.7	Testing durability of marking	- Testing	x	x	
15	Non-destructive	5.9	-	Check that the manufacturer's instructions for use are delivered and acceptable	- Visual inspection			x
16	Destructive	Annex C	-	Bending test on earthing pole	- Testing	x	x	
17	Destructive	Annex C	-	Torsion test on earthing pole with couplings	- Testing	x	x	

1) Subject to agreement between customer and manufacturer.

6.1.3 Essai individuel de série

Les essais individuels de série doivent être effectués pour s'assurer que les prescriptions spécifiées sont satisfaites après fabrication et transport. Les essais en usine peuvent être faits par le fabricant et les essais à la réception sur le site par le client, si rien d'autre n'est précisé.

6.1.4 Essai de réception

Sauf prescriptions contraires, les essais individuels de série non destructifs donnés dans le tableau 3 doivent être utilisés comme essai de réception.

6.2 Essais de fatigue du câble muni de ses extrémités

Chaque type de connexion doit être soumis à l'essai combiné de flexion et de torsion.

Le montage d'essai est présenté à la figure 7.

Une éprouvette comprend un câble complété par ses raccords d'extrémités. La longueur de la partie libre au-delà du raccordement doit être de 1 m. Le raccordement à essayer doit être placé verticalement dans un dispositif d'essais de façon qu'il puisse osciller autour d'un axe horizontal, de 60° de part et d'autre de la verticale. La distance entre le câble et le raccord doit être de 100 mm de l'axe. L'extrémité basse doit être attachée à une vis guidée verticale et chargée par une masse de $5,6 Ad$ g où «A» est la section des câbles conducteurs en mm² et «d» est la densité du conducteur en g/cm³. Pendant un demi-cycle d'essai, le câble doit tourner de 90° dans la direction de détournage si elle existe et revenir au repos. La durée du cycle doit être au moins de 5 s. L'essai doit être arrêté après 1 000 cycles.

L'essai est considéré comme réussi si:

- aucune craquelure ou pli n'est observé sur le protecteur extérieur au câble;
- pas plus de 1 % des brins du conducteur ne doit être rompu.

Lors de l'inspection de la partie conductrice, la protection extérieure du câble doit être enlevée et le conducteur doit être détourné brin par brin car la destruction du câble peut provenir de la partie intérieure.

6.3 Essais de pénétration d'humidité pour dispositifs comportant des câbles en cuivre

Quand un essai de pénétration d'humidité sur un dispositif équipé de câbles en cuivre est demandé, il doit être mené en étroite relation avec l'essai de fatigue selon 6.2. Après l'essai de fatigue et bien que le raccordement soit essayé par l'appareil d'essai de fatigue, il doit être complètement immergé pendant 45 min dans une solution décrite ci-après. Pendant ce temps, l'appareil d'essai est bloqué pendant 15 min dans chacune des positions extrêmes et dans la position médiane.

Après cela, la protection extérieure du câble doit être enlevée pour réaliser l'inspection du câble.

L'essai de pénétration d'humidité est satisfaisant si le cuivre du conducteur n'est pas noirci.

L'évaluation de l'essai de fatigue doit se faire selon 6.2.

6.1.3 Routine tests

Routine tests shall be made to ensure compliance with the specified requirements after manufacture and transportation. Factory testing shall be done by the manufacturer and testing at the delivery site by the customer, if no other agreement is reached.

6.1.4 Acceptance tests

Unless otherwise specified, the non-destructive routine tests given in table 3 shall be used as acceptance tests.

6.2 Fatigue test on cable with end-fittings

Each type of end-fitting shall be subjected to a combined bending and twisting test.

The test arrangement is shown in figure 7.

A test piece consists of a cable and end-fittings. The free cable length shall be 1 m. The end-fitting shall be mounted vertically in a test apparatus so that it can be oscillated about a horizontal axis, at 60° in both directions from the vertical. The interface between the cable and the end-fitting shall be 100 mm from the axis. The lower end of the cable shall be attached to a vertical, guided screw and loaded with a weight $5,6 A d$ g, where A is the cross-section of the cable conductor in mm² and d is the density of the conductor material in g/cm³. During one half-cycle of the test, the cable shall be twisted 90° in its unwinding direction, if any, and back again. The duration of one cycle shall be at least 5 s. The test shall be terminated after 1 000 cycles.

The test is considered successful if:

- no cracks or wrinkles are observed on the cable covering;
- not more than 1 % of the conductor strands are broken.

For inspection of the conductor, the protective cable covering shall be removed and the conductor unwound into single strands, since damage to the conductor may start in the inner parts.

6.3 Humidity penetration test on devices with copper cables

When a humidity penetration test on a device with copper cables is required, it shall be carried out in conjunction with the fatigue test specified in 6.2. After the fatigue test and while the attachment under test is still in the fatigue-testing apparatus, it shall be completely immersed for 45 min in a solution, which is specified below. During this time, the testing apparatus shall be stopped for 15 min in each of the two extreme positions and the middle position.

The covering shall then be removed for inspection of the conductor.

The humidity penetration test is considered successful if the copper conductor has not turned black.

The evaluation of the fatigue test shall then proceed according to 6.2.

Solution pour l'essai de pénétration d'humidité:

L'essai de pénétration d'humidité doit être mené avec une solution de sulfure de sodium, préparée ainsi:

600 g de sulfure de sodium ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$) sont dissous dans 3 l d'eau et mélangés pendant au moins 6 h avec une quantité suffisante (au moins 750 g) de fleur de soufre, le liquide étant porté à une température de 40 °C. Lorsqu'il reste du soufre non dissous, une nouvelle période de 6 h au moins est observée puis la solution est filtrée. La densité est ajustée à 1,142 g/cm³ en ajoutant de l'eau distillée ou du sodium saturé.

Avant d'utiliser la solution pour l'essai de pénétration d'humidité, sa qualité doit être vérifiée. Un fil de cuivre nu, immergé dans la solution, doit devenir noir en 5 s ou moins.

NOTE - L'essai de pénétration d'humidité sur des dispositifs avec des câbles aluminium est à l'étude.

6.4 Essai de traction du câble muni de pinces

Tous les types de combinaisons, câble-pince, câble-bloc de jonction, câble-rallonge conductrice, doivent être essayés. Chaque éprouvette doit être soumise aux forces de traction croissant linéairement pendant au moins 10 s jusqu'aux valeurs données dans le tableau 4. La force spécifiée de traction doit être maintenue pendant 30 s puis supprimée.

Tableau 4 – Effort de traction mécanique appliqué sur le câble et ses connexions

Section (A) du conducteur mm ²	Effort de traction N	
	Cuivre	Aluminium
≤50	100 · A	Voir note
>50	80 · A	

L'essai est réputé satisfaisant si aucune connexion ne s'est défaite.

NOTE - Les valeurs pour l'aluminium sont à l'étude.

6.5 Essais des pinces, étaux, points fixes de connexion et connexions propres aux dispositifs pour vérifier la capacité des forces de raccordement permanent

Les pinces et les étaux doivent être essayés en les raccordant aux points fixes de connexion ou aux conducteurs ayant des dimensions, des formes et des surfaces adaptées et en utilisant des méthodes de montage recommandées par le fabricant. Les essais de pinces prévus pour plusieurs tailles de conducteurs, doivent être limités à ceux du plus grand et plus petit conducteur. Si des forces de serrage minimales sont données par le fabricant, l'essai doit être conduit avec des forces doubles de celles indiquées. Dans le cas contraire, les forces maximales réalistes que l'on peut appliquer dans la pratique doivent être adoptées.

Les connexions propres au dispositif qui peuvent être démontées par le client, doivent être essayées avec des forces de serrage deux fois supérieures à celles recommandées.

Les essais sont considérés comme réussis si aucune partie du dispositif de l'installation ne comporte de déformation ou de dommage qui puisse gêner par la suite son utilisation.

Solution for humidity penetration test:

The humidity penetration test shall be carried out with a sodium sulfide solution, prepared as follows:

600 g of sodium sulfide ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) are dissolved in 3 l of water and stirred together with an excess quantity (at least 750 g) of flowers of sulphur for at least 6 h at a liquid temperature of 40 °C. Allow the undissolved sulphur to settle for at least a further 6 h and filter the solution. Adjust the density to 1,142 g/cm³ by adding distilled water or saturated sodium.

Before use, the quality of the solution for the humidity penetration test shall be verified. A piece of bare copper wire shall turn black in 5 s or less, when immersed in the solution.

NOTE - Humidity penetration test on devices with aluminium cables is under consideration.

6.4 Pull test on cable with clamps

All types of combinations of cable-to-clamp, cable-to-connecting cluster and cable-to-conductive extension component shall be tested. Each test piece shall be subjected to pull forces increasing linearly during at least 10 s up to the values given in table 4. The specified pull force shall be kept for 30 s and then removed.

Table 4 – Pull test force on cable and connections

Cross-section (A) of conductor mm ²	Pull force N	
	Copper	Aluminium
≤50	100 · A	See note
>50	80 · A	

The test is considered successful if no connection has loosened.

NOTE - Data for aluminium conductors is under consideration.

6.5 Test on clamps, fixed connection points and connections within devices with respect to ability to withstand connection forces

Clamps shall be tested by connecting them to fixed connection points and to conductors with dimensions, shapes and surfaces for which they are designed, using the connecting method recommended by the manufacturer. The testing of clamps designed for a range of conductor sizes shall be limited to tests with the largest and the smallest conductor. If minimum tightening forces are given by the manufacturer, the test shall be made with twice these forces. If not, the maximum forces likely to be applied in practice shall be used.

Connections within devices, which may be undone by the customer, shall be tested with twice the recommended tightening forces.

The test is considered successful if no part of the device or the installation has any deformation or other damage that may impair its continued use.

6.6 Essai de courant de court-circuit

6.6.1 Généralités

Le courant d'essai de court-circuit doit simuler les contraintes maximales auxquelles le dispositif peut être soumis en pratique. Les forces électromagnétiques qui s'exercent sur l'appareil pendant un court-circuit dépendent de la configuration de l'installation, de l'emplacement des points de connexion et pour les dispositifs à câbles, de la relation entre la longueur des câbles et de la distance entre les points de connexion.

Les dispositifs de court-circuit polyphasés doivent être essayés avec des montages d'essai bipolaires. Le montage d'essai monophasé doit être seulement utilisé pour essayer les dispositifs monophasés en usage sur les réseaux monophasés et les câbles de terre des dispositifs polyphasés.

Il n'est pas réaliste d'essayer les dispositifs à câble avec des efforts mécaniques maximaux théoriques puisque ceux qui apparaissent seulement dans des conditions extrêmes sont évités en pratique. Des conditions différentes de celles des essais peuvent en pratique accroître les contraintes telles que:

- longueurs des câbles défavorables;
- géométrie des conducteurs défavorables;
- disposition des points de connexion défavorable;
- distance entre phase plus grande;
- température de départ plus haute.

Une large expérience confirme que les efforts maximaux apparaissant en pratique peuvent être atteints par des dispositifs choisis en accord avec les recommandations de l'annexe A en utilisant un courant d'essai de référence augmenté de 15 % par rapport à sa valeur assignée. Cette procédure est prescrite dans les paragraphes suivants pour tous les essais sauf dans le cas où les conditions les plus défavorables sont si fidèlement reproduites par les essais qu'aucune contrainte additionnelle n'est en pratique exclue.

6.6.2 Principes d'essai

Tous les essais réalisés avec les montages d'essais normalisés doivent être faits avec un courant alternatif monophasé compris entre 45 Hz et 65 Hz.

Tous les types de parcours de courant entre les points de connexion qui peuvent être soumis aux courants de court-circuit doivent faire l'objet d'essais. Les dispositifs qui sont spécifiés pour utilisation sur des réseaux ayant le neutre directement à la terre doivent être essayés entre conducteurs de phase et terre aussi bien qu'entre les conducteurs de phase.

6.6.3 Éprouvettes

Si les branches d'un dispositif polyphasé ne sont pas uniformément connectées, l'essai doit être réalisé avec celles qui présentent le plus grand nombre de contacts dans le circuit parcouru par le courant, de pince à pince. Les conducteurs du dispositif qui ne sont pas parcourus par le courant durant l'essai doivent être raccordés à l'éprouvette et posséder une longueur de 300 mm. D'autres branches ayant une influence sur l'essai, telles que celles utilisant le même point de connexion à la terre doivent également être raccordées.

Les dimensions des éprouvettes d'essai sont spécifiées aux figures 4, 5 et 6. Les longueurs des conducteurs incluent la rallonge conductrice si elle existe, mais n'incluent pas celles des pinces aux blocs de jonction sauf indication contraire.

6.6 *Short-circuit current test*

6.6.1 *General*

The short-circuit current test shall simulate the worst stresses that a device is exposed to in practice. The electromagnetic forces on the equipment during a short-circuit depend on installation configuration, location of connecting points and, for cable devices, cable length in relation to the distance between the connecting points.

Multi-pole short-circuiting devices shall be tested in two-pole test set-ups. The single-pole test set-up shall be used only for testing single-pole devices for use in single-phase systems and earthing cables of multi-pole devices.

It is not realistic to test cable devices with theoretical maximum mechanical stresses, because these occur only under extreme conditions, and are avoided in practice. Circumstances different from testing conditions, that may increase the stresses in practice include:

- less favourable cable lengths;
- less favourable conductor geometry;
- less favourable connecting point location;
- greater phase distance;
- higher starting temperature.

Extensive experience has shown that the maximum stresses occurring in practice can be met for devices selected with respect to the guidelines of annex A by using a test current 15 % higher than the rated current. This procedure is prescribed in the following sub-clauses for all testing, except when the worst conditions are so closely reproduced by the testing, that any additional stress found in practice is excluded.

6.6.2 *Testing principles*

All tests in standard test set-ups shall be done with a.c. single-phase current at a frequency of 45 Hz to 65 Hz.

All varieties of current paths between connecting points that may be exposed to short-circuit current, shall be subjected to test. Devices which are specified for use in solidly earthed systems shall thus be tested line to earth as well as line to line.

6.6.3 *Test pieces*

If the branches of multi-pole devices are not uniformly connected, the test shall be carried out with those which offer the greatest number of contacts in the current path, clamp to clamp. Conductors of the device which carry no current during the test shall be included in the test piece in the shape of 300 mm long ends. Other branches affecting the test, for instance using the same earth fixed connection point, shall also be included.

Dimensions of test pieces are specified in figures 4, 5 and 6. Lengths of conductors include conductive extension components, if any, but exclude clamps and connecting clusters, unless specifically indicated.

Les pinces doivent être conditionnées avant l'essai, sauf accord contraire entre client et fabricant et indiqué dans le procès-verbal d'essai. Le pré-conditionnement est réalisé en nettoyant les surfaces de contact avec des trifluorotrichloroéthane ($\text{CF}_2\text{ClCFCl}_2$) et en les séchant ensuite dans l'air pendant 15 min. Ensuite, la pince est conditionnée dans une chambre climatique pendant 168 h selon la CEI 68-2-11. Après conditionnement, les parties des pinces qui doivent être en contact avec le montage d'essai (conducteurs et points fixes de connexion) ne doivent pas être nettoyées avant l'essai.

6.6.4 Montages d'essai

Les montages d'essai standardisés sont présentés dans les figures 4, 5 et 6. Ils seront équipés de points fixes de connexion et de conducteurs aux dimensions, formes et surfaces adaptés aux pinces et étaux des dispositifs à essayer. Les montages d'essais utilisés pour les dispositifs ayant des pinces adaptées à une plage de dimensions de conducteurs seront limités à celui comportant le plus grand et à celui comportant le plus petit conducteur. Les dispositifs qui ne s'adaptent pas dans les montages d'essais normalisés, doivent être essayés dans des montages spéciaux, construits suivant les mêmes principes que les montages normalisés, ou représentant aussi près que possible les conditions des installations pour lesquelles ils ont été spécialement conçus.

Les montages d'essai à utiliser pour les dispositifs rigides de mise à la terre et en court-circuit polyphasés sont spécifiés dans la figure 4. Une disposition verticale avec une alimentation par le bas est toujours utilisée pour représenter les conditions les plus défavorables.

Le montage d'essai suivant la figure 5 est conçu pour les dispositifs polyphasés de mise à la terre et en court-circuit utilisés pour les lignes aériennes.

La figure 6 montre un montage pour essais:

- de dispositifs monophasés pour lignes aériennes monophasées;
- de câbles de terre de dispositifs polyphasés pour lignes aériennes.

Les essais doivent être représentatifs des conditions dans lesquelles les dispositifs sont normalement utilisés. Pour cette raison, les montages d'essai doivent utiliser des matériaux conducteurs usagés. Si le conducteur est en cuivre neuf, il doit subir pendant 10 jours une épreuve de vieillissement artificielle conforme à la CEI 68-2-42.

Le nettoyage, le frottement ou le polissage avant les essais ne sont pas permis.

6.6.5 Dispositions pour les essais

La branche de pince à pince devant être essayée doit être raccordée au montage d'essai approprié conformément aux figures 4, 5 et 6.

Pour l'essai, le dispositif doit être raccordé de manière à s'assurer du risque maximal d'échappement des pinces ou de déformation. Lorsque les pinces sont maintenues en place par des forces de friction, au moins une pince doit être tournée de telle manière que seule la force de friction empêche un glissement le long de la surface sur laquelle elles sont raccordées. Les pinces doivent être serrées pour les essais suivant les recommandations du fabricant. Les valeurs données doivent toutefois être raisonnables au regard de l'outillage prévu et des capacités physiques des travailleurs. Les valeurs maximales pour quelques outils usuels sont données dans le tableau 5.

Clamps shall be conditioned before the test unless otherwise agreed to between customer and manufacturer, and stated in the test report. Pre-conditioning is done by cleaning the contact surfaces with trifluorotrichlorethane ($\text{CF}_2\text{ClCFCl}_2$) and then drying them in air for 15 min. The clamp is then conditioned in a climate chamber for 168 h in accordance with IEC 68-2-11. After conditioning, the parts of the clamp which shall be in contact with parts of the test set-up (conductors and fixed connection points) shall not be cleaned before the test.

6.6.4 Test set-ups

A number of standard test set-ups are shown in figures 4, 5 and 6. These shall be provided with fixed connection points and conductors with dimensions, shapes and surfaces for which the clamps of the device to be tested are designed. The test set-ups for testing devices with clamps designed for a range of conductor sizes shall be limited to only the largest and the smallest conductor. Devices which do not fit into the standardized test set-ups shall be tested in special test set-ups, built according to the principles of the standardized test set-ups or corresponding as closely as possible to the conditions of the installations for which the devices are specially intended.

Test set-ups for testing multi-pole short-circuiting devices for connection between rigid conductors are specified in figure 4. A vertical arrangement with feed-in at the bottom is always used as representative of the worst conditions.

The test set-ups shown in figure 5 are intended for testing multi-pole short-circuiting devices for connection between overhead line conductors.

Figure 6 shows a test set-up for testing:

- single-pole devices for overhead lines in single-phase systems;
- earthing cables of multi-pole devices for overhead lines.

The tests shall be representative of the conditions under which the device is normally used. For this reason, the test set-ups shall use aged conductor material. If the conductor is made of new copper, it shall be exposed to artificial ageing for 10 days in accordance with IEC 68-2-42.

Cleaning, rubbing or polishing before the test is not permitted.

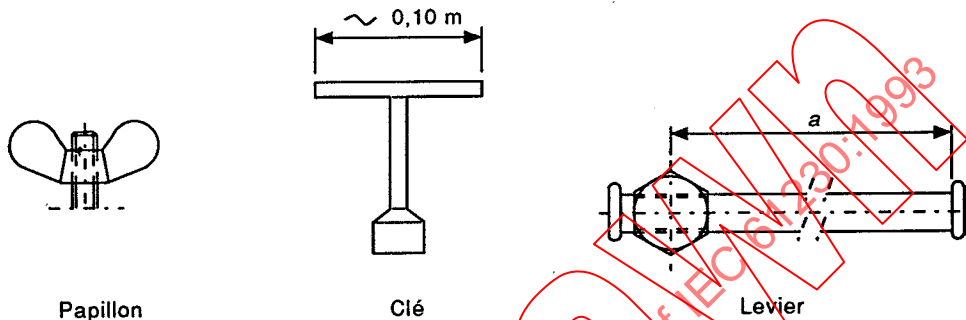
6.6.5 Test arrangements

The clamp-to-clamp branch to be tested shall be connected to the appropriate test set-up with arrangements according to figures 4, 5 and 6.

For the test, the device shall be connected in such a way as to ensure maximum risk for the clamps to work loose or become deformed. Where clamps are held in place by frictional forces, at least one clamp shall be positioned so that only the friction forces prevent it from sliding along the surface to which it is connected. For the test, clamps shall be tightened according to the manufacturer's instructions. The given values shall, however, be reasonable with regard to the tool to be used and the strength of workers. Maximum values for some typical tools are given in table 5.

Tableau 5 – Couples maximaux de serrage à appliquer aux pinces serrées à vis lors de l'essai de courant de court-circuit

Mode de serrage	Couple Nm
Papillon	5
Clé	10
Levier	$300 \cdot a$
Perche de terre	20



CEI 779/93

a est la longueur du levier de l'outil (m)

6.6.6 Valeurs d'essai

Les courants et les effets Joule pour l'essai doivent être calculés à partir du courant assigné I_r (kA eff.) et du temps assigné t_r (s) spécifiés pour le dispositif à essayer.

Un courant d'essai I_t doit être retenu:

- $I_t = 1,15 \cdot I_r$ pour l'essai avec le montage d'essai normalisé ou avec un montage d'essai spécial équivalent;
- $I_t = I_r$ pour l'essai avec un montage d'essai reproduisant les conditions les plus défavorables en utilisation.

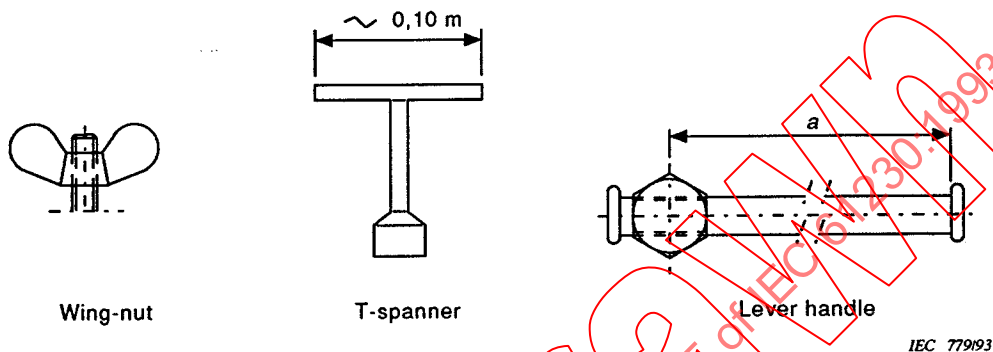
Le temps d'essai de base, t_t , est défini comme le temps mesuré à partir du début jusqu'à ce que la valeur de l'effet-joule $I_t^2 \cdot t_t$ soit obtenue.

L'essai doit être réalisé avec:

- un courant d'essai de pointe $i_{tm} \geq n I_t$, n étant pris dans le tableau 6;
- l'effet-joule $\geq I_t^2 \cdot t_t$;
- un temps d'essai de base $t_t \leq 1,15 \cdot t_r$;
- les valeurs de courant efficace calculées à partir du courant crête à crête divisé par $2\sqrt{2} \geq I_t$ à la fin du temps d'essai de base.

Table 5 – Maximum tightening torques to be applied for screw-tightened clamps at the short-circuit current test

Tightening device	Torque Nm
Wing-nut	5
T-spanner	10
Lever handle	$300 \cdot a$
Earthing pole	20



a is the lever length of tool (m)

6.6.6 Test values

Currents times and Joule-integrals for the test shall be calculated from the rated current I_r (kA r.m.s.) and rated time t_r (s) specified for the device to be tested.

A test current, I_t , shall be decided:

$I_t = 1,15 \cdot I_r$ for a standard or equivalent special test set-up;

$I_t = I_r$ for a test set-up thoroughly reproducing the worst conditions of use.

The test time, t_t , is defined as the time from initiation until a Joule-integral = $I_t^2 \cdot t_r$ has been imparted.

The test shall be performed with:

- test peak current $i_{tm} \geq n \cdot I_t$, where n shall be taken from table 6;
- Joule-integral $\geq I_t^2 \cdot t_r$;
- test time $t_t \leq 1,15 \cdot t_r$;
- r.m.s. value of current, calculated by dividing the peak-to-peak current at the end of the test time by $2\sqrt{2}$, $\geq I_t$.

Tableau 6 – Facteur de courant de crête

Tension nominale kV	Courant d'essai I_t kA efficace	Facteur n
≤1	≤5	1,5
	>5 – 10	1,7
	>10 – 20	2,0
	>20 – 50	2,1
	>50	2,2
>1	Tous	2,5
NOTE - En dessous de 1 kV, les valeurs du facteur n sont adaptées aux possibilités des laboratoires les mieux équipés.		

6.6.7 Documents et évaluation de l'essai

Durant l'essai de courant de court-circuit, la tension aux bornes et le courant doivent être enregistrés à l'aide d'un oscillographe qui a été étalonné avant l'essai. L'oscillogramme est utilisé pour déterminer le courant de crête, l'effet-joule, le temps d'essai de base et le courant à la fin du temps de base.

Un rapport d'essai doit être établi comprenant en plus des résultats de l'essai, au moins les indications suivantes:

- une désignation précise du dispositif essayé;
- une description des modalités d'essai, si nécessaire accompagnée de photographies et/ou de dessins;
- un oscillogramme avec un tracé du temps, de la tension d'essai et du courant d'essai avec échelles.

L'essai est considéré comme satisfaisant si l'oscillogramme indique:

- qu'il n'y a pas d'interruption de courant durant le temps d'essai de base;
- que les valeurs du courant de crête, l'effet Joule, le temps d'essai de base, et le courant en fin d'essai, sont en accord avec celles données en 6.6.6;
- que la courbe de tension n'a pas d'irrégularité indiquant la présence d'arcs pendant le temps assigné et qu'elle satisfait les prescriptions de la CEI 479-1, figure 5, zone 2.

Le résultat d'essai est acceptable en pratique pour des câbles de longueur deux fois celle des câbles d'essais ou pour une impédance additionnelle placée entre le point de connexion du dispositif de court-circuit et le personnel au travail que l'on veut protéger. S'il y a d'autres impédances additionnelles dans l'application pratique, le respect de la CEI 479-1 et le besoin d'essais additionnels doivent être évalués par le client.

6.7 Essai de durabilité du marquage

La durabilité du marquage est essayée en frottant le marquage pendant 15 s avec un morceau d'étoffe non pelucheuse trempée dans de l'eau savonneuse puis pendant 15 autres s avec un morceau d'étoffe non pelucheuse trempée dans de l'alcool éthylique.

L'essai est considéré comme satisfaisant si le marquage reste clairement lisible.

Table 6 – Peak current factor

Nominal system voltage kV	Test current I_t kA r.m.s.	Factor n
≤1	≤5	1,5
	>5 – 10	1,7
	>10 – 20	2,0
	>20 – 50	2,1
	>50	2,2
>1	All	2,5
NOTE - Below 1 kV, the values of factor n have been chosen to suit the capabilities of well-equipped laboratories.		

6.6.7 Documentation and evaluation of the test

During the short-circuit current test, the voltage and the current shall be registered with an oscillograph that has been calibrated prior to the test. The oscillogram is used to determine the peak current, Joule-integral, test time and current at the end of the test time.

A test report shall be drawn up which, beside the test results, shall give at least:

- a clear designation of the device tested;
- a description of the test arrangement, if necessary accompanied by photographs and/or drawings;
- an oscillogram with time trace and scales for test voltage and test current.

The test is considered successful if the oscillogram indicates that:

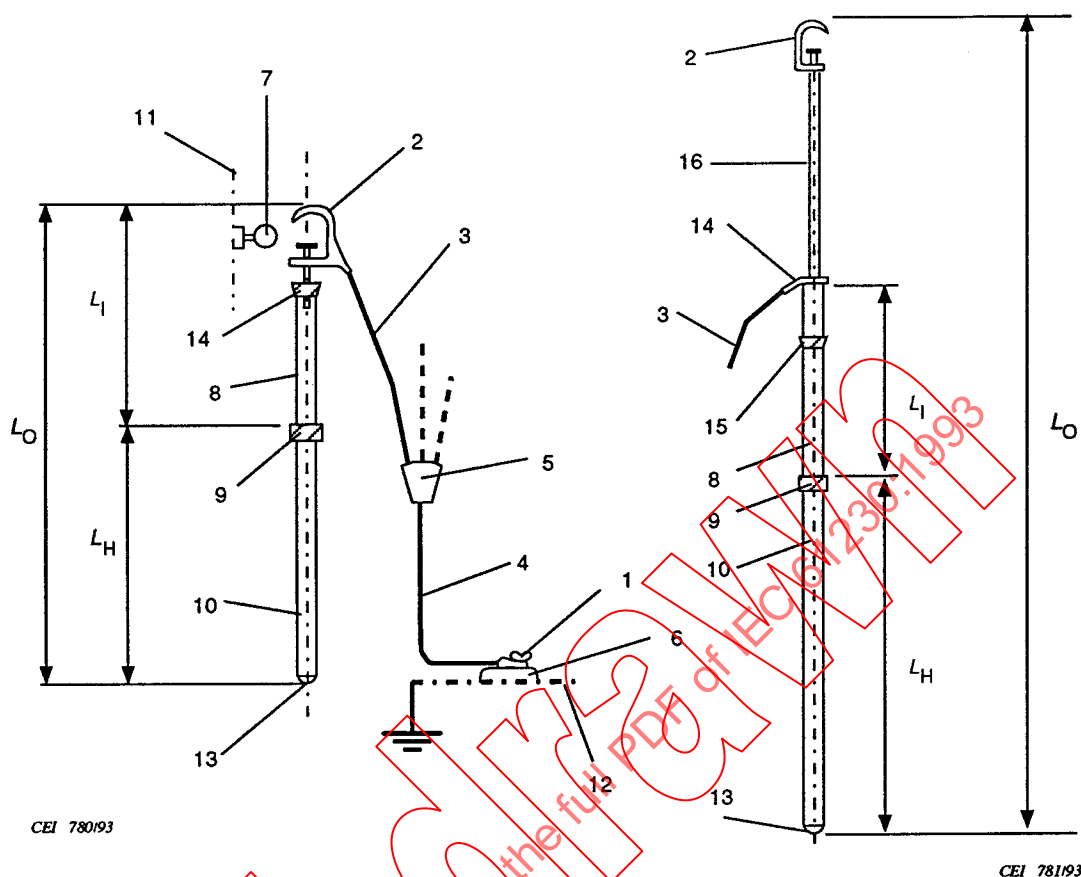
- there is no current interruption during the test time;
- the values of peak current, Joule-integral, test time and current at the end of the test time are all in accordance with those prescribed in 6.6.6;
- the voltage curve has no irregularities indicating arcing during the test time and satisfies the requirements of figure 5, Zone 2 of IEC 479-1.

The test result is valid for cable lengths up to twice those of the tested device or for a corresponding additional impedance between the connecting point of the short-circuiting device and the work location being protected. If there is further additional impedance in the practical application, compliance with IEC 479-1 and need for additional tests shall be evaluated by the customer.

6.7 Testing durability of marking

The durability of marking is tested by rubbing the marking for 15 s with a piece of lint-free cloth soaked in soapy water and then rubbing it for a further 15 s with a piece of lint-free cloth soaked in ethyl alcohol.

The test is considered successful if the marking is still clearly legible.



Figures 1a et 1b

- 1 Etau de terre
- 2 Pince (de conducteur de ligne)
- 3 Câble de court-circuit
- 4 Câble de terre
- 5 Bloc de jonction
- 6 Point de prise de terre
- 7 Point d'accrochage de pince en ligne
- 8 Section isolante de la perche de terre
- 9 Garde-main ou marque limite pour les mains
- 10 Poignée de la perche de terre
- 11 Conducteur de l'installation
- 12 Réseau de terre
- 13 Extrémité de la perche de terre
- 14 Raccord permanent ou détachable
- 15 Jonction de perche, détachable pour le transport
- 16 Rallonge conductrice

L_I est la longueur de la section isolante

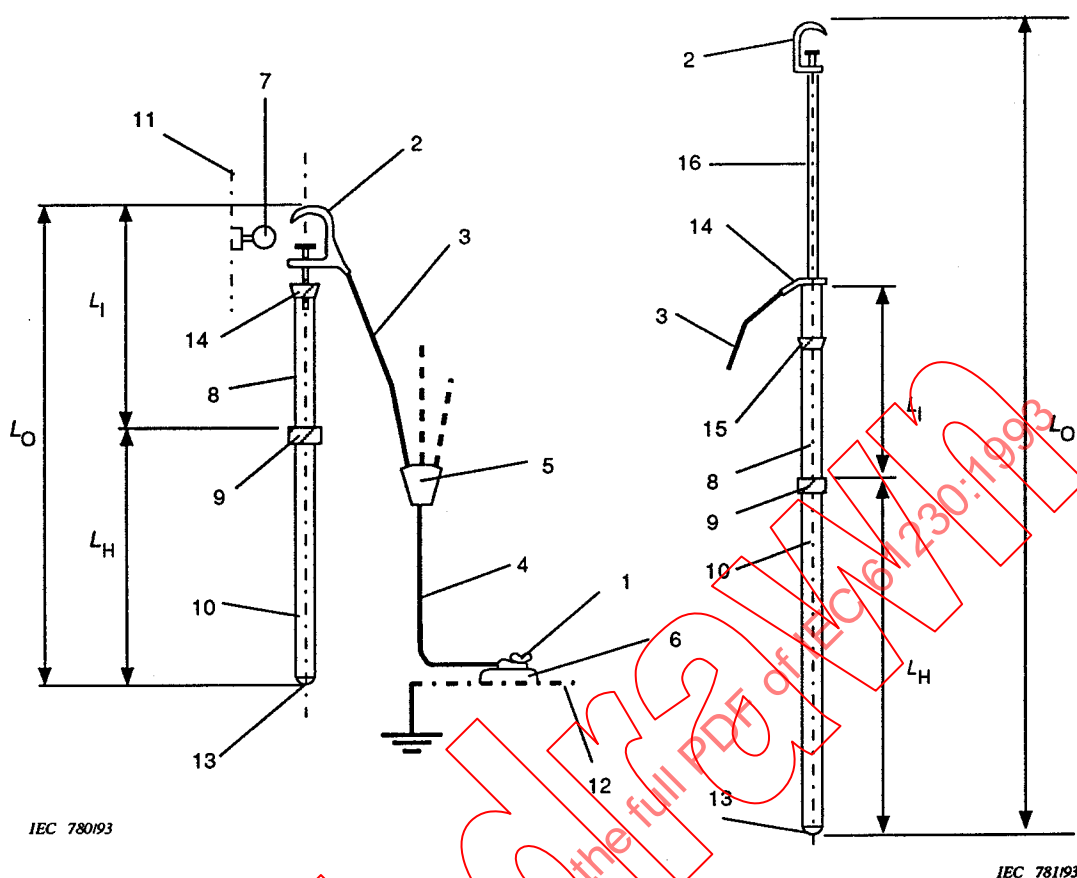
L_H est la longueur de la poignée

L_O est la longueur totale de la perche et de la rallonge conductrice

NOTES

- 1 Le dispositif de mise à la terre et en court-circuit est constitué des numéros 1, 2, 3, 4, 5 et 16.
- 2 La perche de mise à la terre est constituée des numéros 8, 9, 10, 13, 14 et 15.

Figure 1 – Illustrations d'un dispositif complet, portable, de mise à la terre ou de mise à la terre et en court-circuit



Figures 1a and 1b

- 1 Earth clamp
- 2 Line clamp
- 3 Short-circuiting cable
- 4 Earthing cable pole
- 5 Connecting cluster
- 6 Earth fixed connection point
- 7 Line fixed connection point
- 8 Insulating section of earthing pole
- 9 Hand guard or handle limit marking
- 10 Handle of earthing pole
- 11 Installation conductor
- 12 Earthing system
- 13 End cap of pole
- 14 Coupling, permanent or detachable
- 15 Pole splice, detachable for transport reasons
- 16 Conductive extension component

L_1 is the length of insulating section

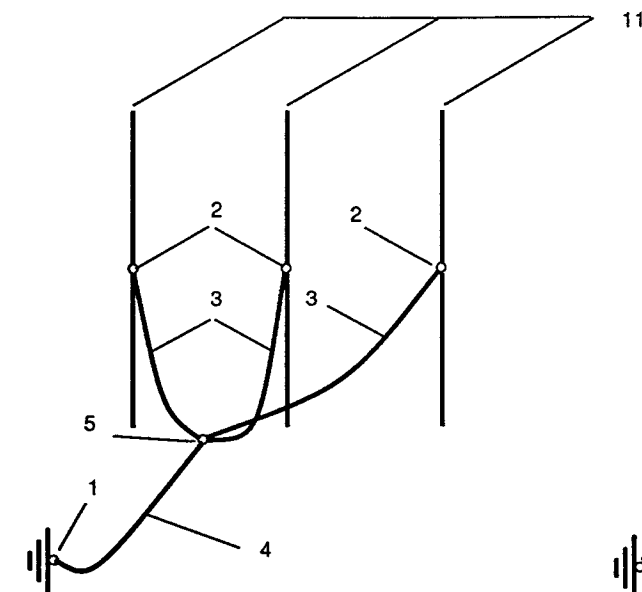
L_H is the length of handle

L_O is the overall length of earthing pole and conductive extension component

NOTES

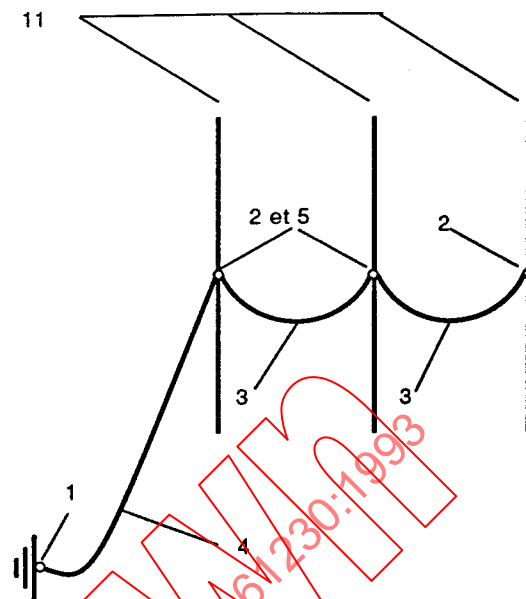
- 1 The earthing and short-circuiting device comprises items 1, 2, 3, 4, 5 and 16.
- 2 The earthing pole comprises items 8, 9, 10, 13, 14 and 15.

Figure 1 – Illustrations of assembled portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting



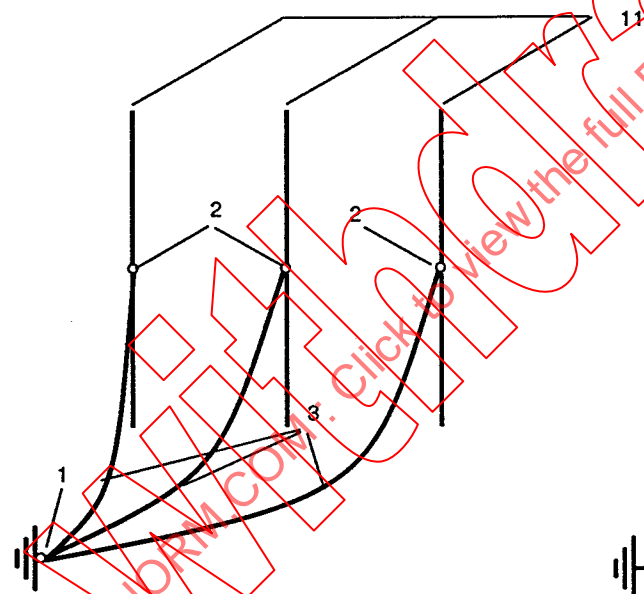
CEI 782/93

Figure 2a



CEI 783/93

Figure 2b



CEI 784/93

Figure 2c



CEI 785/93

Figure 2d

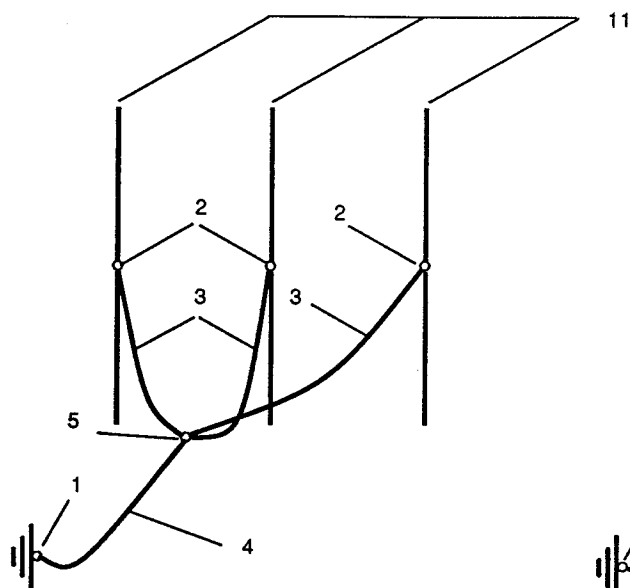
- 1 Etau de terre
- 2 Pince (de conducteur de ligne)
- 3 Câble de court-circuit
- 4 Câble de terre

- 5 Bloc de jonction
- 11 Conducteur de l'installation
- 12 Réseau de terre

NOTES

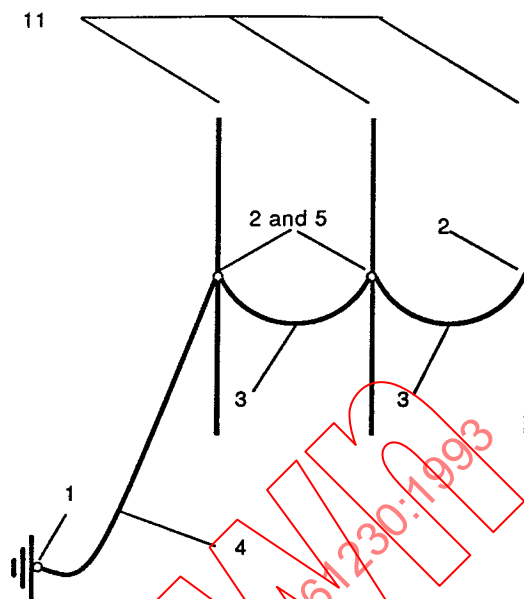
- 1 Des câbles de court-circuit et de terre sont utilisés aux figures 2a et 2b.
- 2 Des câbles de court-circuit seulement sont utilisés aux figures 2c et 2d.

Figure 2 – Illustrations d'un dispositif de mise à la terre et en court-circuit triphasé et de ses câbles



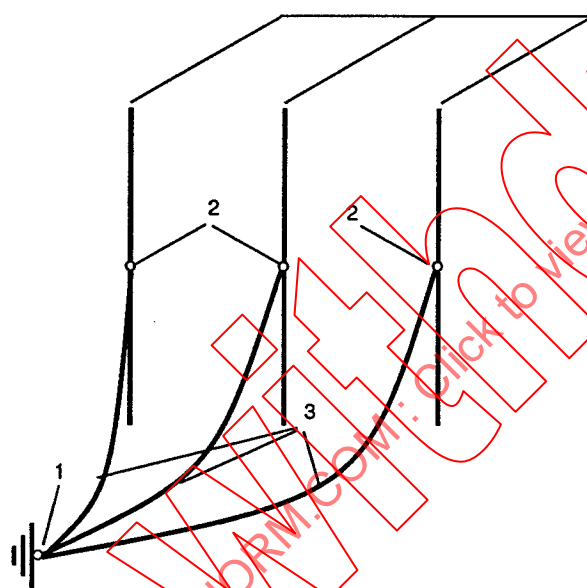
IEC 782/93

Figure 2a



IEC 783/93

Figure 2b



IEC 784/93

Figure 2c



IEC 785/93

Figure 2d

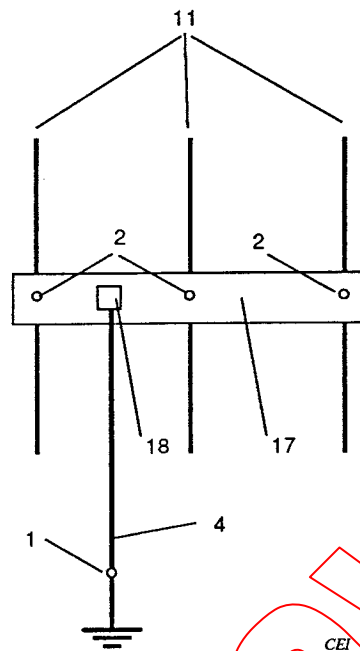
- 1 Earth clamp
- 2 Line clamp
- 3 Short-circuiting cable
- 4 Earthing cable

- 5 Connecting cluster
- 11 Installation conductors
- 12 Earthing system

NOTES

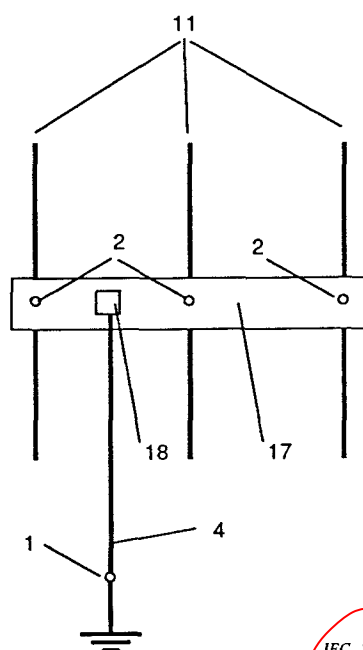
- 1 Short-circuiting cables and earthing cables are used in figures 2a and 2b.
- 2 Short-circuiting cables only are used in figures 2c and 2d.

Figure 2 – Illustrations of three-pole earthing and short-circuiting cable devices



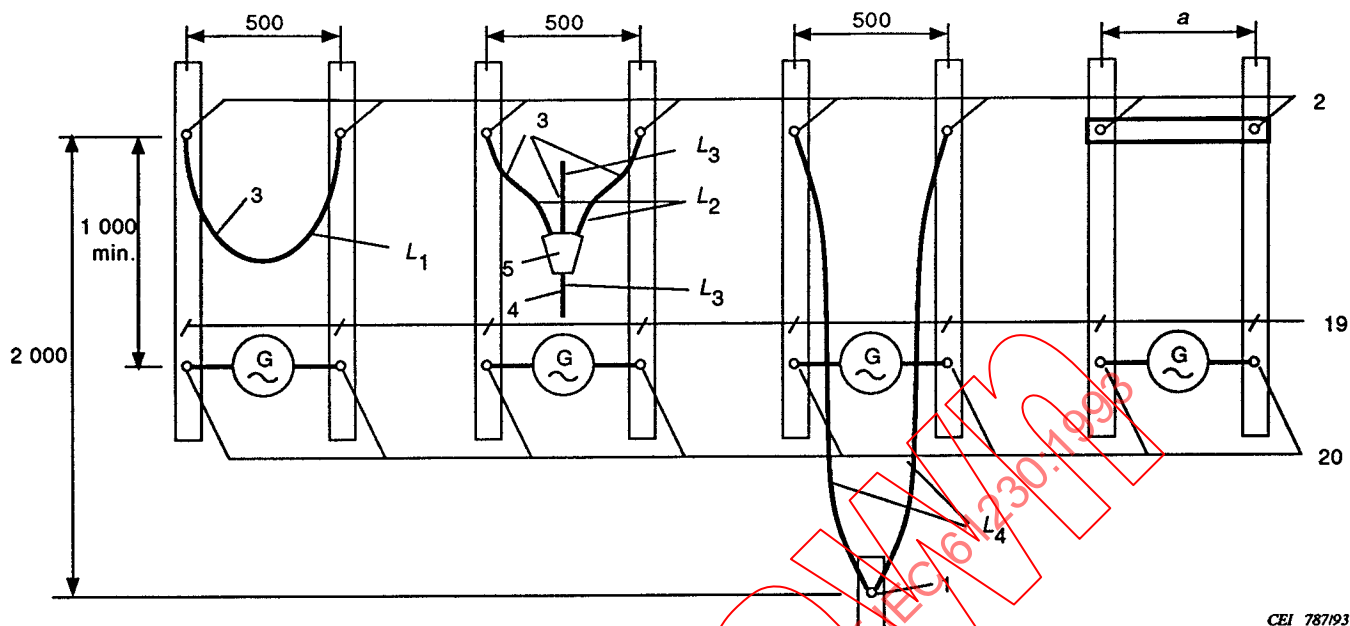
- 1 Etau de terre
- 2 Pince (de conducteur de ligne)
- 4 Câble de terre
- 11 Conducteur de l'installation
- 17 Barre de court-circuit
- 18 Connexion du câble de terre

Figure 3 – Illustrations d'un dispositif triphasé de mise à la terre et en court-circuit avec barre de court-circuit et câble de mise à la terre



- 1 Earth clamp
- 2 Line clamp
- 4 Earthing cable
- 11 Installation conductor
- 17 Short-circuiting bar
- 18 Earthing cable connection

Figure 3 – Illustration of a three-pole earthing and short-circuiting device with short-circuiting bar and earthing cable



CEI 787/93

Figure 4a – Pour essai des dispositifs de mise à la terre et en court-circuit à câbles suivant figure 2b

Figure 4b – Pour essai des dispositifs de mise à la terre et en court-circuit à câbles suivant figure 2a

Figure 4c – Pour essai des dispositifs de mise à la terre et en court-circuit à câbles suivant les figures 2c et 2d

Figure 4d – Pour essai des dispositifs de barres de mise à la terre et en court-circuit

- a est la distance à décider cas par cas
- L_1 est la longueur du câble entre pince, 1 000 mm
- L_2 est la longueur du câble entre pince et bloc de jonction, 750 mm
- L_3 est la longueur des bouts morts, 300 mm
- L_4 est la longueur du câble entre pinces, 2 500 mm

- 1 Etau de terre (isolé électriquement en montage d'essai)
- 2 Pince (de conducteur de ligne)
- 3 Câble de court-circuit
- 4 Câble de terre
- 5 Bloc de jonction
- 17 Barre de court-circuit
- 19 Conducteur d'essai de type adapté à la pince à essayer
- 20 Arrivée du courant d'essai

Figure 4 – Montages d'essai pour dispositifs polyphasés de mise en court-circuit pour raccordement à des conducteurs rigides

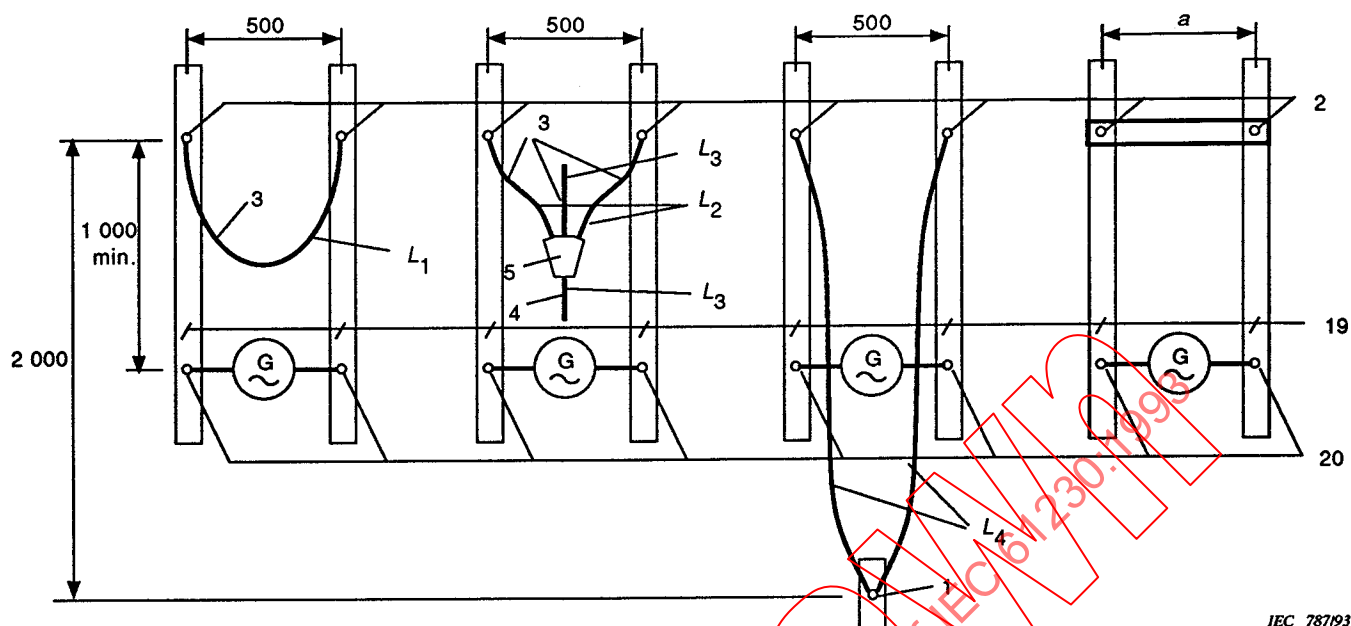


Figure 4a – For testing of cable short-circuiting devices according to figure 2b

Figure 4b – For testing of cable short-circuiting devices according to figure 2a

Figure 4c – For testing of cable short-circuiting devices according to figures 2c and 2d

Figure 4d – For testing of bar short-circuiting devices

- a is the distance decided from case to case
- L_1 is the cable length between clamps, 1 000 mm
- L_2 is the cable length between clamp and connecting cluster, 750 mm
- L_3 is the length of blind ends, 300 mm
- L_4 is the cable length between clamps, 2 500 mm

- 1 Earth clamp (electrically isolated in the test set-up)
- 2 Line clamp
- 3 Short-circuiting cable
- 4 Earthing cable
- 5 Connecting cluster
- 17 Short-circuiting bar
- 19 Test set-up conductor of the type(s) for which the clamp to be tested is designed
- 20 Test current feed-in point

Figure 4 – Test set-ups for testing multi-pole short-circuiting devices for connection to rigid conductors

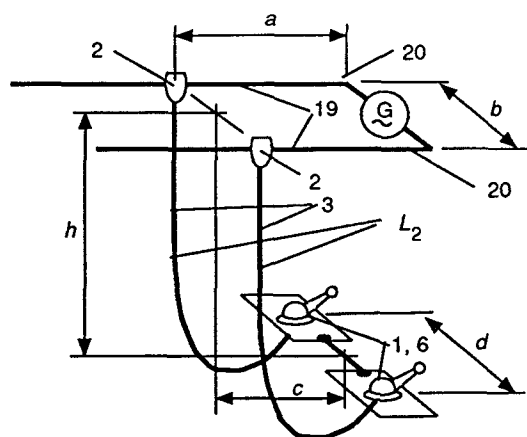


CEI 789/93

CEI 790/93

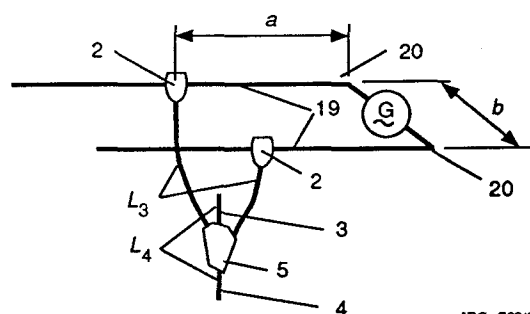
- 1 Etau de terre (isolé électriquement en montage d'essai)
- 2 Pince (de conducteur de ligne)
- 3 Câble de court-circuit
- 4 Câble de terre
- 5 Bloc de jonction
- 6 Point fixe de contact avec la terre (séparé électriquement du montage d'essai)
- 19 Conducteur d'essai de type(s) adapté(s) à la pince à essayer
- 20 Arrivée du courant d'essai

Figure 5 – Montages d'essai pour dispositifs polyphasés de mise à la terre et en court-circuit pour lignes aériennes



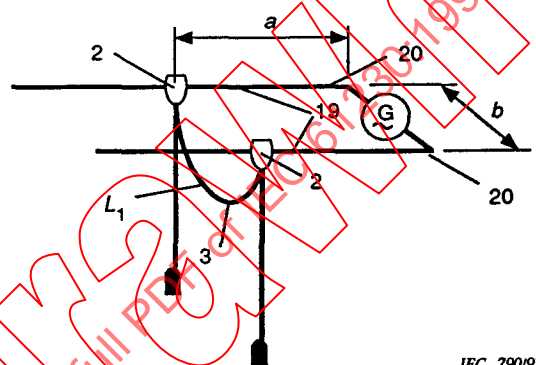
IEC 788/93

Figure 5a – Test set-up for devices according to figures 2c and 2d



IEC 789/93

Figure 5b – Test set-up for devices according to figure 2a



IEC 790/93

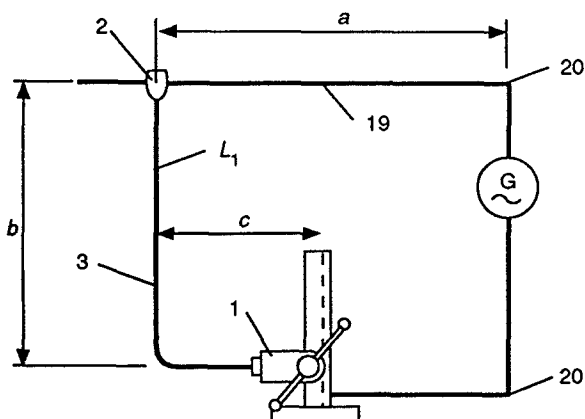
Figure 5c – Test set-up for devices according to figure 2b

- a* is the space between current feed-in point and line clamp, minimum 2 000 mm
- b* is the horizontal distance between test set-up conductors 1 000 mm
- c* is the horizontal displacement between earth connecting point and line connecting point, 1 000 mm
- d* is the minimum distance specified in the manufacturer's instruction
If no value is given, the test shall be performed with $d = 0$
- h* is the vertical space between line and earth connecting point, 4 000 mm

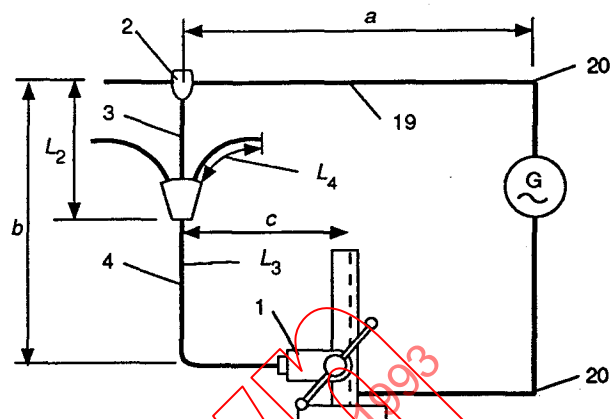
- L_1 is the cable length between clamps, 2 000 mm
- L_2 is the cable length between line clamp and earth clamp, 5 000 mm
- L_3 is the cable length between line clamp and connecting cluster, 1 500 mm
- L_4 is the length of blind ends, 300 mm

- 1 Earth clamp (electrically isolated in the test set-up)
- 2 Line clamp
- 3 Short-circuiting cable
- 4 Earthing cable
- 5 Connecting cluster
- 6 Earth fixed connection point (electrically isolated in the test set-up)
- 19 Test set-up conductors of the type(s) for which the clamp to be tested is designed
- 20 Test current feed-in point

Figure 5 – Test set-ups for testing multi-pole short-circuiting devices for overhead lines



CEI 791/93



CEI 792/93

Figure 6a – Dispositifs monophasés pour lignes aériennes d'un réseau monophasé

Figure 6b – Câbles de terre de dispositifs polyphasés pour lignes aériennes

- a Espace entre pince de conducteur de ligne et arrivées du courant d'essai minimum 2 000 mm
- b Distance verticale entre le conducteur de ligne et le contact de mise à la terre, 4 000 mm
- c Déplacement horizontal entre les points de contacts de ligne et de terre, 1 000 mm

L_1 est la longueur de câble de court-circuit entre pince et étau de terre, 5 000 m

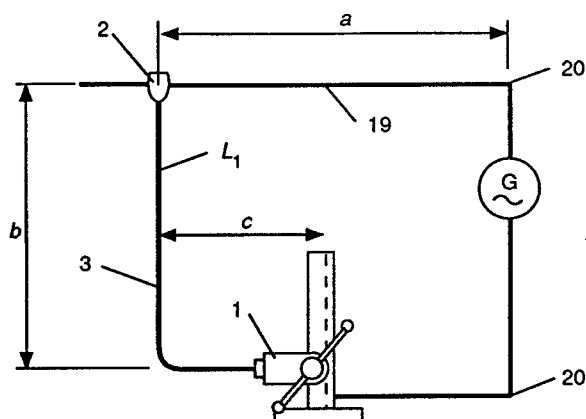
L_2 est la longueur totale de câble de court-circuit et du bloc de jonction, 1 500 mm

L_3 est la longueur de câble de terre entre bloc de jonction et étau de terre, 3 500 mm

L_4 est la longueur des bouts morts, 300 mm

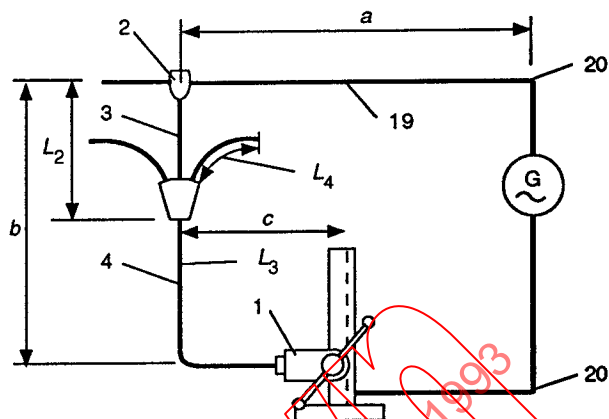
- 1 Etau de terre (séparé électriquement en montage d'essai)
- 2 Pince (de conducteur de ligne)
- 3 Câble de court-circuit
- 4 Câble de terre
- 5 Bloc de jonction
- 19 Conducteurs d'essai de type(s) adapté(s) à la pince à essayer
- 20 Arrivée du courant d'essai

Figure 6 – Montages d'essai pour des dispositifs monophasés pour lignes aériennes d'un réseau monophasé et pour des câbles de terre de dispositifs polyphasés pour lignes aériennes



IEC 791/93

Figure 6a – Test set-up for single-pole devices for overhead lines in single-phase systems



IEC 792/93

Figure 6b – Test set-up for earthing cables of multi-pole devices for overhead lines

- a space between line clamp and feed-in point for test current, minimum 2 000 mm
- b vertical space between line conductor and earth connecting point, 4 000 mm
- c horizontal displacement between line and earth connecting points, 1 000 mm

L_1 is the length of short-circuiting cable between line and earth clamp, 5 000 mm

L_2 is the total length of short-circuiting cable and connecting cluster, 1 500 mm

L_3 is the length of earthing cable between connecting cluster and earth clamp, 3 500 mm

L_4 is the length of blind ends, 300 mm

- 1 Earth clamp (electrically isolated in the test set-up)
- 2 Line clamp
- 3 Short-circuiting cable
- 4 Earthing cable
- 5 Connecting cluster
- 19 Test set-up conductors of the type(s) for which the clamp to be tested is designed
- 20 Test current feed-in point

Figure 6 – Test set-ups for testing single-pole devices for overhead lines in single-phase systems and earthing cables of multi-pole devices for overhead lines

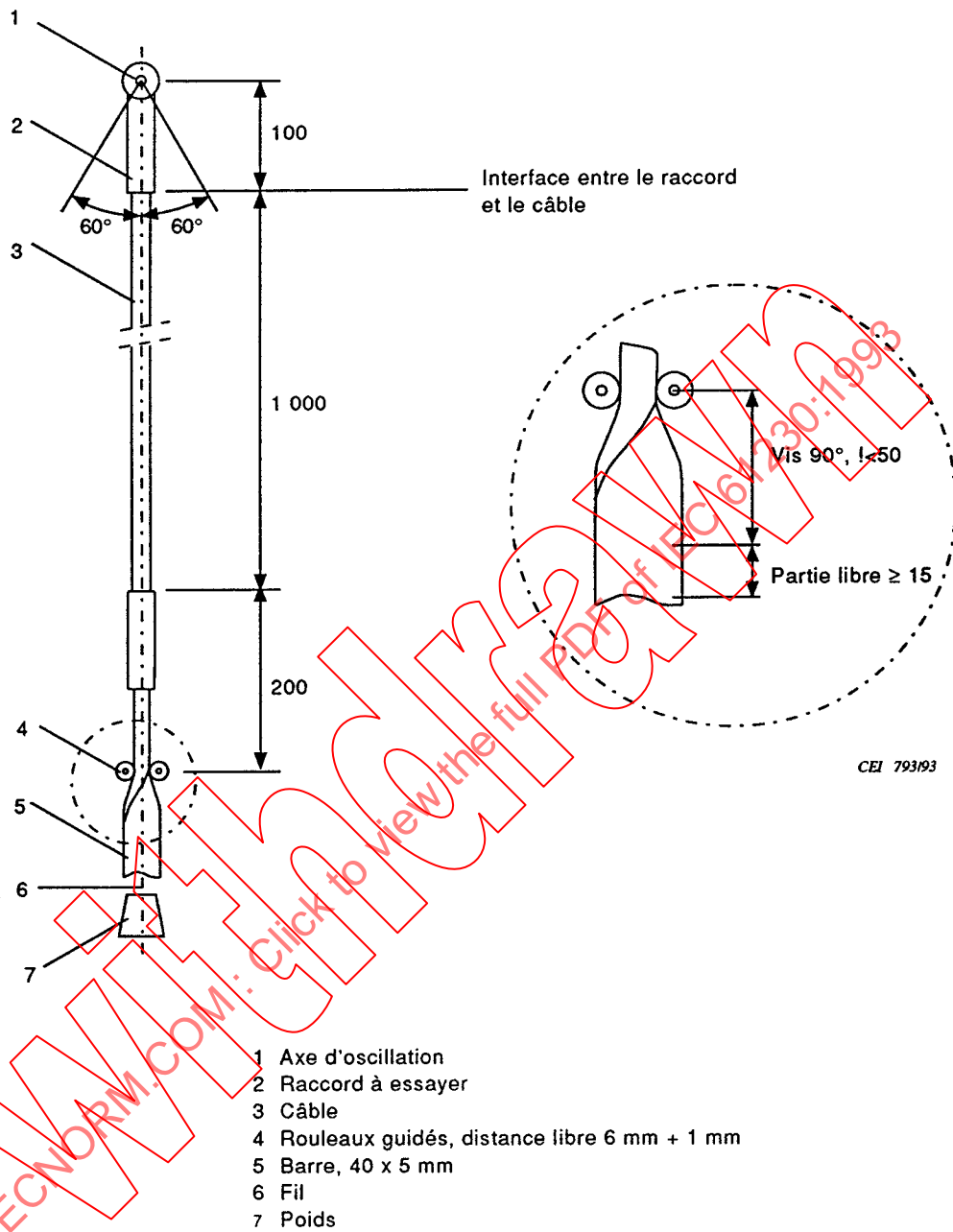


Figure 7 – Appareil pour essai de fatigue comprenant la flexion et la torsion

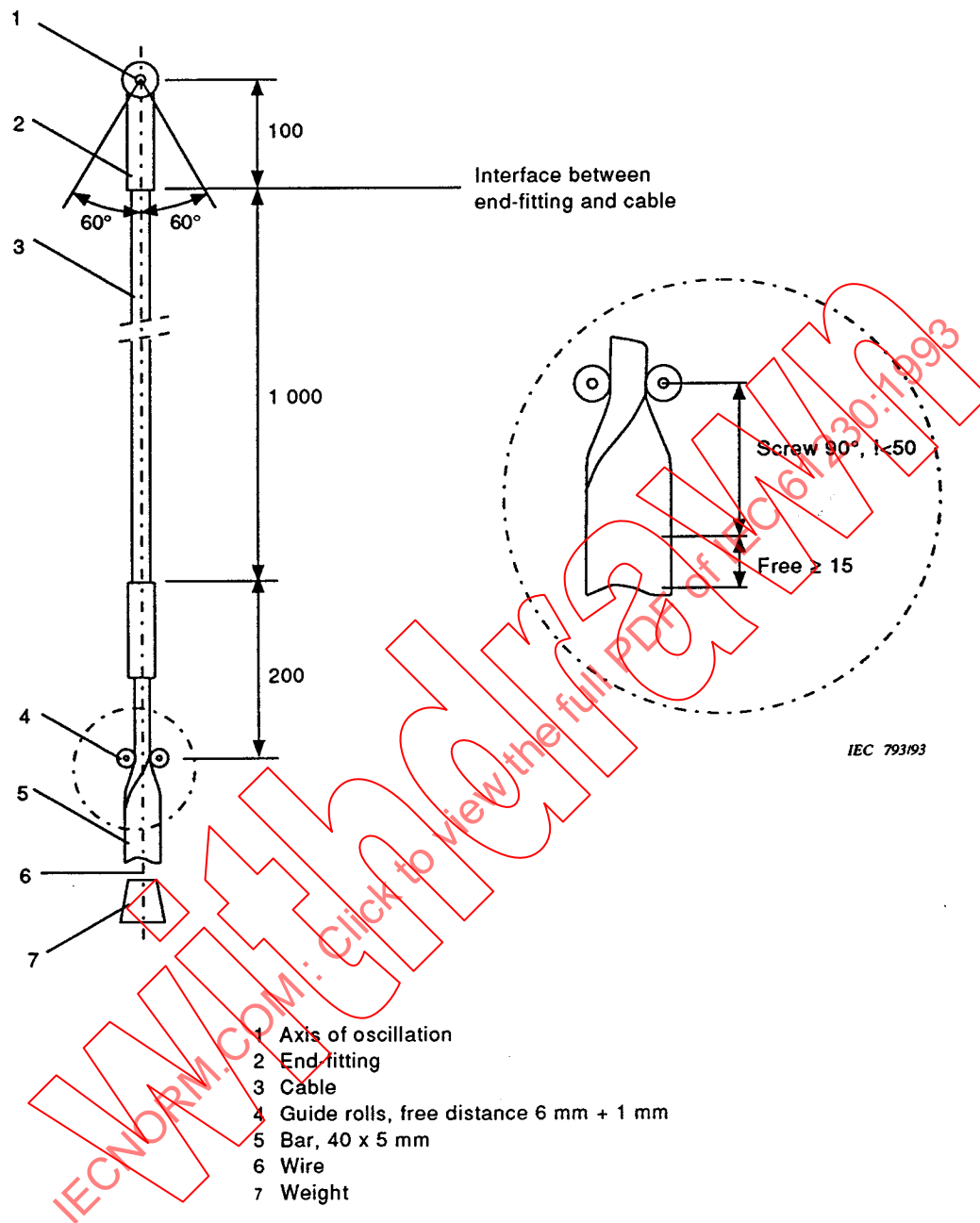


Figure 7 – Apparatus for fatigue testing with bending and twisting

Annexe A (normative)

Instructions pour le choix, l'usage et l'entretien des dispositifs de mise à la terre ou de mise à la terre et en court-circuit

A.1 Généralités

Le but des mises à la terre et en court-circuit, des parties séparées des installations, est de prévenir les tensions dangereuses et les arcs provenant d'une mise sous tension involontaire. Un arc électrique se produisant à proximité d'une personne peut entraîner normalement la mort ou des brûlures sévères. Les tensions dangereuses et les arcs peuvent être éliminés en utilisant des dispositifs de mise à la terre et en court-circuit définis suivant cette norme sous réserve qu'ils soient correctement dimensionnés, choisis pour leur domaine d'application, et mis en place suivant le mode d'emploi et conservés dans de bonnes conditions.

De manière à éviter en premier les tensions importantes et les arcs, des risques mineurs sont acceptés. L'expérience montre que les dispositions de mise à la terre et en court-circuit doivent être commodas dans leur utilisation. Des températures aussi élevées que possible sont donc adoptées pour réduire le poids. Le contact de l'opérateur avec le dispositif très peu de temps après un court-circuit peut provoquer des brûlures en l'absence de vêtements protecteurs. Les matériaux isolants qui produisent des émanations nocives ou des produits corrosifs sont acceptés pour les usages à l'intérieur des bâtiments avec les restrictions suivantes:

- l'évacuation du personnel ne doit pas être gênée par une mauvaise visibilité, l'irritation des yeux ou des voies respiratoires;
- aucun empoisonnement sérieux ne doit provenir d'une brève exposition;
- les installations et les immeubles ne doivent pas courir le risque de dommage permanent.

A.2 Choix

Les dispositifs de mise en court-circuit et les câbles de mise à la terre exposés aux courants de court-circuit doivent supporter le courant maximal de court-circuit avec l'asymétrie maximale pendant la durée choisie de court-circuit. Ceci est réalisé lorsqu'un dispositif de mise à la terre et en court-circuit possède un courant assigné supérieur ou égal au courant de court-circuit et dont l'effet Joule, exprimé par le courant assigné et le temps assigné, est supérieur ou égal à celui exprimé par le courant et le temps de défaut. Le client doit décider si le choix du temps du courant de défaut maximal doit être basé sur le temps de fonctionnement de la protection principale ou de la protection de secours.

Si un réenclenchement automatique après refermeture sur un court-circuit n'est pas effectivement empêché, un temps équivalent à celui du défaut devra être évalué. Pour l'intérieur, des restrictions de température pour le matériau isolant choisi peuvent conduire à des dimensions spéciales.

Les longueurs des câbles de court-circuit doivent être adaptées aux dimensions de l'installation et aux distances entre les points d'accrochage. Une longueur de câble plus petite que 1,2 fois la distance entre les points d'accrochage peut conduire à des conditions plus sévères que celles des essais normalisés et doivent être évitées. De trop longs câbles de court-circuit entraîneraient des tensions inacceptables et des mouvements inutilement sévères.

Annex A

(normative)

Instructions for selection, use and maintenance of earthing or earthing and short-circuiting equipment

A.1 General

The aim of the earthing and short-circuiting of disconnected parts of installations is to prevent dangerous voltages and arcs arising from unintentional energizing. An electric arc near an operator may cause death or severe burns. Dangerous voltage and arcing can be avoided by using earthing and short-circuiting devices in accordance with this standard, provided they are correctly sized, selected for the field of application, connected according to instructions and kept in good condition.

For the sake of avoiding dangerous voltage and arcs, minor risks are accepted. Experience shows that short-circuiting devices must be easy to operate. Highest possible temperatures are therefore adopted to reduce weight. Operator contact with a device shortly after a short-circuit, and without the protection of clothing, may cause burns. Insulating materials generating poisonous and/or corrosive products are accepted with the following restrictions for indoor use:

- evacuation of personnel shall not be impeded by poor visibility or by irritation of eyes or breathing;
- no serious poisoning shall occur by short exposure;
- installations and building shall not run the risk of permanent damage.

A.2 Selection

Short-circuiting devices and earthing cables shall withstand the maximum expected short-circuit fault current, including initial asymmetry, during the selected fault time. This is achieved with an earthing and short-circuiting device with rated current not less than the fault current and with a Joule-integral of rated current and rated time not less than that of fault current and fault time. The customer must decide if the selection of time for maximum fault current shall be based on the tripping time of main or back-up protection.

If automatic re-closing after closing against a short-circuit is not effectively prevented, an equivalent fault time must be evaluated. For indoor use, temperature restrictions for the selected insulation material may call for special dimensioning.

The lengths of short-circuiting cables shall be adapted to installation dimensions and distances between connecting points. A cable length less than 1,2 times of the distance between the connecting points may lead to more severe conditions than the standardized tests and shall be avoided. Too long short-circuiting cables will entail unacceptable voltage and unnecessarily severe movements.

Les câbles de terre qui ne sont pas essayés au courant de court-circuit doivent être suffisamment longs pour qu'ils ne réduisent pas les mouvements du dispositif et qu'ils n'aggravent pas les forces de court-circuit.

Les points fixes de connexion, les pinces, étaux et éléments isolants doivent être choisis pour faciliter la mise en place sur le lieu de l'installation. Le poids des composants du dispositif doit être pris en compte pour s'assurer que l'effort requis pour la mise en place sur les conducteurs reste dans les capacités des travailleurs. Une isolation sûre de l'opérateur est obtenue en utilisant correctement les éléments isolants suivant les publications CEI. La longueur de la perche de terre n'est cependant généralement pas seulement déterminée par ses propriétés isolantes mais aussi par le besoin de placer l'opérateur à une distance suffisante d'une partie non à la terre des installations pendant la procédure de mise à la terre et en court-circuit. Les distances d'isolation par distances dans l'air normalisées dans la CEI 71-3 donnent une référence de base pour décider des longueurs minimales des perches de terre.

A.3 Utilisation

Pour éviter les dangers dus aux tensions résiduelles lors de la mise en place des dispositifs, ils doivent tout d'abord être raccordés au circuit de terre. Les connexions suivantes doivent être faites au moyen de pièces isolantes avant que la mise en place et la fixation ferme du dispositif ne soient achevées.

Lorsqu'il est soumis à un courant de court-circuit, le dispositif peut produire des mouvements violents. Comme l'utilisation thermique des matériaux conducteurs est élevée pour des raisons de poids, le dispositif atteindra rapidement après le court-circuit des températures élevées. Pour ces raisons, les utilisations près des zones de travail du personnel et le blocage des chemins d'évacuation doivent être évités. Ceci peut être facilité, particulièrement lorsque les câbles de court-circuit sont longs, par une attache judicieuse des câbles à des objets immobiles. De longues distances ou de grandes résistances entre l'endroit où est placé le dispositif et le lieu de travail peuvent amener des montées en potentiel dangereuses. La CEI 479-1 donne des règles pour évaluer ces risques.

A.4 Entretien et rebut

Pour des raisons de sécurité, le dispositif de mise à la terre et en court-circuit doit être manipulé avec grand soin. Il doit être complètement vérifié avant chaque utilisation. Tout dommage à l'isolation du câble ou l'apparition d'un câble nu doit être considéré comme un défaut important et motiver le rebut du dispositif.

L'essai de fatigue, défini en 6.2, peut, pour des dispositifs correctement manipulés et en bon état, garantir une continuité correcte des conducteurs pendant environ cinq ans pour les dispositifs mobiles et d'environ dix ans pour les dispositifs stationnaires. Après cette période, qui peut être modifiée par l'expérience, une vérification destructive basée sur l'essai de fatigue est recommandée. Un nouvel assemblage peut être effectué en supprimant les parties de câbles endommagés, réalisé selon entente avec le fabricant en fonction du type de matériel. L'état du câble conditionnera la durée de la période d'utilisation suivante.

Un dispositif qui a été soumis à un courant de court-circuit doit être mis au rebut sauf s'il est prouvé par une investigation minutieuse, par calcul ou par inspection, que son exposition a été suffisamment modérée pour qu'il n'ait pas subi des effets mécaniques et thermiques nuisibles. S'il existe le moindre doute à l'état parfait du dispositif il doit être mis au rebut.

Earthing cables which are not tested with short-circuit current, shall be long enough that they do not restrict the movements of the short-circuiting device nor adversely affect the short-circuit forces.

Connecting points, clamps and insulating elements shall be selected to give easy connection at the installation site. The weight of the components of the equipment shall be taken into account to ensure that the effort required to apply them to conductors is within the capability of workers. Safe insulation for the operator is achieved by correct use of insulating elements according to IEC standards. The length of an earthing pole is not, however, usually determined by its insulation properties but by the need for keeping the operator sufficiently distanced from un-earthed parts of installations during the earthing and short-circuiting procedure. The insulation clearance distances standardized in IEC 71-3 give a base for determining minimum lengths of earthing poles in this respect.

A.3 Usage

To avoid danger from residual voltage while connecting the device, it shall first of all be connected to the earthing system. Further connections shall be carried out by means of insulating component(s) until the connection and tightening of the device is complete.

When exposed to short-circuit current, the device may produce violent movements. As thermal utilization of conductor material is high for weight reasons, the device will reach high a temperature shortly after the short-circuit. For these reasons, location close to personnel work places and blocking of escape routes shall be avoided. This may be facilitated, particularly when the short-circuiting cables are long, by a judicious lashing of the cables to firm objects. Long distance or high resistance between the site of the device and the workplace may imply increased voltage hazard. IEC 479-1 gives rules for the evaluation of this hazard.

A.4 Maintenance and disposal

For safety reasons, earthing and short-circuiting equipment shall be handled with great care. It shall be thoroughly inspected before each application. Damage to cable insulation or exposure of bare cable conductor shall be regarded as a serious fault and disposal should be considered.

The fatigue test according to 6.2 should, for well-handled devices without outer defects, guarantee a reliable conductor condition for about 5 years for mobile devices and for about 10 years for stationary devices. After such period, which may be modified by experience, destructive inspection as for the fatigue test, is recommended. Reassembly, perhaps after cutting off exposed cable zones, shall be made in full agreement with the type designation. The condition of the cable will then influence the length of the subsequent period.

A device that has been exposed to short-circuit current shall be disposed of unless it is proved by thorough investigation, calculation and inspection, that the exposure has been too moderate to give any negative mechanical or thermal effects. If there is any doubt as to the perfect condition of the device, it shall be disposed of.

Annexe B (normative)

Plans d'échantillonnage

Echantillonnage, acceptation et rejet

Le tableau suivant donne la taille des échantillons et les nombres de défauts pour acceptation ou rejet pour un effectif du lot. La procédure d'échantillonnage est basée sur la CEI 410, tableau II-A, avec les prescriptions suivantes:

- Individu ou unité élémentaire: ceux définis dans l'échantillonnage:
les paragraphes de prescription
- Lot: séries dans la production courante (ou dans la livraison si un accord existe entre le client et le fabricant)
- Niveau de qualité acceptable (NQA): 2,5
- Niveau de contrôle: S-4 pour l'effectif des lots inférieurs ou égaux à 1 200
S-3 pour l'effectif des lots supérieurs à 1 200

Tableau B.1 – Plans d'échantillonnage simple en contrôle normal

Effectif du lot	Taille de l'échantillon	Nombre de défauts pour acceptation	Nombre de défauts pour rejets
2 à 150	5	0	1
151 à 1 200	20	1	2
1 201 à 35 000	20	1	2

NOTE - Si le lot est d'un type unique, des recommandations particulières sont données en 11.6 de la CEI 410.