NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD

CEI IEC 61000-4-2

Edition 1.2

2001-04

Edition 1:1995 consolidée par les amendements 1:1998 et 2:2000
Edition 1:1995 consolidated with amendments 1:1998 and 2:2000

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM
BASIC EMC PUBLICATION

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Partie 4-2:
Techniques d'essai et de mesure –
Essai d'immunité aux décharges électrostatiques

Electromagnetic compatibility (EMC) –

Part 4-2:
Testing and measurement techniques –
Electrostatic discharge immunity test

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61000-4-2:1995+A1:1998+A2:2000

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI (www.iec.ch)**
- **Catalogue des publications de la CEI**

  Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.
- **IEC Just Published**

  Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.
- **Service clients**

  Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

  Email: custserv@iec.ch
  Tél: +41 22 919 02 11
  Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site (www.iec.ch)**
- **Catalogue of IEC publications**

  The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.
- **IEC Just Published**

  This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.
- **Customer Service Centre**

  If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

  Email: custserv@iec.ch
  Tel: +41 22 919 02 11
  Fax: +41 22 919 03 00

.

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
61000-4-2

Edition 1.2

2001-04

Edition 1:1995 consolidée par les amendements 1:1998 et 2:2000
Edition 1:1995 consolidated with amendments 1:1998 and 2:2000

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM
BASIC EMC PUBLICATION

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Partie 4-2:
Techniques d'essai et de mesure –
Essai d'immunité aux décharges électrostatiques

Electromagnetic compatibility (EMC) –

Part 4-2:
Testing and measurement techniques –
Electrostatic discharge immunity test

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http://www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE W

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

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4
INTRODUCTION 8

Articles

1 Domaine d'application 10
2 Références normatives 12
3 Généralités 12
4 Définitions 12
5 Niveaux d'essai 16
6 Générateur d'essai 18
6.1 Caractéristiques et performances du générateur de DES 18
6.2 Vérification des caractéristiques du générateur de DES 20
7 Installation d'essai 22
7.1 Installation d'essai utilisée pour les essais réalisés en laboratoire 22
7.2 Installation d'essai pour les essais in situ 28
8 Procédure d'essai 30
8.1 Conditions de référence du laboratoire 30
8.2 Fonctionnement de l'EST 30
8.3 Exécution de l'essai 30
9 Evaluation des résultats d'essai 36
10 Rapport d'essai 38

Annexe A (informative) Notes explicatives 54
Annexe B (informative) Détails de construction 64

Figure 1 – Schéma simplifié du générateur de DES 38
Figure 2 – Exemple d'installation d'essai pour la vérification des performances du générateur de DES 40
Figure 3 – Forme d'onde typique du courant de sortie du générateur de DES 42
Figure 4 – Electrodes de décharge du générateur de DES 44
Figure 5 – Exemple d'installation d'essai pour matériel de table – Essais en laboratoire 46
Figure 6 – Exemple d'installation d'essai pour matériels posés au sol, essais en laboratoire 48
Figure 7 – Exemple d'installation d'essai pour matériels posés au sol, matériels installés 50
Figure 8 – Installation d'essai pour un matériel de table non raccordé à la terre 52
Figure 9 – Installation d'essai pour un matériel posé sur le sol, non raccordé à la terre 52
Figure A.1 – Valeurs maximales des tensions électrostatiques auxquelles les opérateurs peuvent être chargés lorsqu'ils sont en contact avec les matériaux mentionnés à l'article A.2 62
Figures B.1 à B.7 – Détails de construction de la charge résistive ..... 66 à 74

Tableau 1 – Niveaux d'essai 16
Tableau 2 – Paramètres de forme d'onde 20
Tableau A.1 – Conseils pour le choix des niveaux d'essais 56

CONTENTS

Page

FOREWORD 5
INTRODUCTION 9

Clause

1 Scope 11
2 Normative references 13
3 General 13
4 Definitions 13
5 Test levels 17
6 Test generator 19
6.1 Characteristics and performance of the ESD generator 19
6.2 Verification of the characteristics of the ESD generator 21
7 Test set-up 23
7.1 Test set-up for tests performed in laboratories 23
7.2 Test set-up for post-installation tests 29
8 Test procedure 31
8.1 Laboratory reference conditions 31
8.2 EUT exercising 31
8.3 Execution of the test 31
9 Evaluation of test results 37
10 Test report 39

Annex A (informative) Explanatory notes 55
Annex B (informative) Constructional details 65

Figure 1 – Simplified diagram of the ESD generator 39
Figure 2 – Example of arrangement for verification of the ESD generator 41
Figure 3 – Typical waveform of the output current of the ESD generator 43
Figure 4 – Discharge electrodes of the ESD generator 45
Figure 5 – Example of test set-up for table-top equipment – Laboratory tests 47
Figure 6 – Example of test set-up for floor-standing equipment, laboratory tests 49
Figure 7 – Example of test set-up for floor-standing equipment, post-installation tests 51
Figure 8 – Test set-up for ungrounded table-top equipment 53
Figure 9 – Test set-up for ungrounded floor-standing equipment 53
Figure A.1 – Maximum values of electrostatic voltages to which operators may be charged while in contact with the materials mentioned in clause A.2 63
Figures B.1 to B.7 – Construction details of the resistive load ..... 67 to 75

Table 1 – Test levels 17
Table 2 – Waveform parameters 21
Table A.1 – Guideline for the selection of the test levels 57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61000-4-2 a été établie par le sous-comité 77B: Phénomènes haute fréquence, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Elle constitue la section 2 de la partie 4 de la norme CEI 61000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le Guide 107 de la CEI.

Elle est basée sur la CEI 60801-2 (deuxième édition: 1991): *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 2: Prescriptions relatives aux décharges électrostatiques*, établie par le comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Suivant une recommandation de l'ACEC à sa réunion de décembre 1989, le domaine d'application de cette norme a été étendu à toutes les sortes de matériels électriques et électroniques. Pour cette raison, il a été décidé de substituer la série de publications 61000-4: *Techniques d'essai et de mesure en CEM*, du comité d'études 77, à la série 60801.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test

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 co-operation 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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, 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.
6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61000-4-2 has been prepared by subcommittee 77B: High-frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

It forms section 2 of part 4 of IEC 61000. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

It is based on the IEC 60801-2 (second edition: 1991): *Electromagnetic compatibility for industrial process measurement and control equipment – Part 2: Electrostatic discharge requirements,* prepared by IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

According to a recommendation of ACEC at its meeting of December 1989, the scope of this standard has been extended to all kinds of electrical and electronic equipment. For this purpose it has been decided to transfer the 60801 series of publications to the 61000-4 series: *EMC testing and measurement techniques*, of technical committee 77.

Seuls des amendements rédactionnels ont été réalisés sans aucune modification technique et les numéros de publication de référence CEI 60801-2 (1991) ou CEI 61000-4-2 sont équivalents.

La présente version consolidée de la CEI 61000-4-2 est issue de la première édition (1995) [documents 77B(BC)21 et 77B/145/RVD], de son amendement 1 (1998) [documents 77B/216/FDIS et 77B/226/RVD], et de son amendement 2 (2000) [documents 77B/291 +292/FDIS et 77B/298+299/RVD].

Elle porte le numéro d'édition 1.2.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par les amendements 1 et 2.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2003. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

No technical changes, only editorial amendments, have been made with this transfer and reference to IEC 60801-2 (1991) or IEC 61000-4-2 is equivalent.

This consolidated version of IEC 61000-4-2 is based on the first edition (1995) [documents 77B(CO)21 and 77B/145/RVD], its amendment 1 (1998) [documents 77B/216/FDIS and 77B/226/RVD] and amendment 2 (2000) [documents 77B/291+292/FDIS and 77B/298+299/RVD].

It bears the edition number 1.2.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendments 1 and 2.

Annexes A and B are for information only.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2003. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

La CEI 61000-4 fait partie de la série des normes 61000 de la CEI, selon la répartition suivante:

Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites

Limites d'émission

Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne relèvent pas des comités de produit)

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essai

Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation

Guide d'installation

Méthodes et dispositifs d'atténuation

Partie 9: Divers

Chaque partie est, à son tour, subdivisée en sections qui seront publiées soit comme normes internationales soit comme rapports techniques.

Ces sections de la CEI 61000-4 seront publiées dans un ordre chronologique et numérotées en conséquence.

La présente section constitue une norme internationale qui traite des prescriptions en matière d'immunité et des procédures d'essai qui s'appliquent aux «décharges électro-statiques».

INTRODUCTION

IEC 61000-4 is a part of the IEC 61000 series, according to the following structure:

Part 1: General

- General consideration (introduction, fundamental principles)
- Definitions, terminology

Part 2: Environment

- Description of the environment
- Classification of the environment
- Compatibility levels

Part 3: Limits

- Emission limits
- Immunity limits (in so far as they do not fall under the responsibility of the product committees)

Part 4: Testing and measurement techniques

- Measurement techniques
- Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines

- Installation guidelines
- Mitigation methods and devices

Part 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into sections which are to be published either as international standards or as technical reports.

These sections of IEC 61000-4 will be published in chronological order and numbered accordingly.

This section is an international standard which gives immunity requirements and test procedures related to "electrostatic discharge".

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques

1 Domaine d'application

La présente norme internationale concerne les prescriptions et méthodes d'essais relatives à l'immunité des matériels électriques et électroniques soumis à des décharges d'électricité statique produites directement par les opérateurs, et entre objets situés à proximité. Elle définit en outre des gammes de niveaux d'essais, qui correspondent à des conditions d'environnement et d'installation différentes et établit des procédures d'essais.

Cette norme a pour objet d'établir une base commune et reproductible pour l'évaluation des performances des matériels électriques et électroniques lorsqu'ils sont soumis à des décharges électrostatiques. Sont incluses également les décharges électrostatiques qui peuvent être produites par les opérateurs sur des objets situés à proximité du matériel principal.

Cette norme définit:

– la forme d'onde de courant de décharge;
– la gamme des niveaux d'essais;
– le matériel d'essai;
– l'installation d'essai;
– la procédure d'essai.

Cette norme donne des spécifications pour les essais menés en «laboratoires» et «les essais *in situ*» réalisés sur le matériel dans l'installation finale.

Cette norme ne vise pas à spécifier les essais devant s'appliquer à des appareils ou systèmes particuliers. Le but principal est de donner une référence de base d'ordre général à tous les comités de produits CEI concernés. Les comités des produits (ou les utilisateurs et fabricants de matériel) restent responsables du choix approprié des essais et du niveau de sévérité à appliquer à leur matériel.

Afin de ne pas entraver la tâche de coordination et de normalisation, il est fortement recommandé aux comités de produits ou aux utilisateurs et fabricants d'envisager d'adopter les essais d'immunité appropriés et spécifiés dans cette norme (lors de futurs travaux ou révisions d'anciennes normes).

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test

1 Scope

This International Standard relates to the immunity requirements and test methods for electrical and electronic equipment subjected to static electricity discharges, from operators directly, and to adjacent objects. It additionally defines ranges of test levels which relate to different environmental and installation conditions and establishes test procedures.

The object of this standard is to establish a common and reproducible basis for evaluating the performance of electrical and electronic equipment when subjected to electrostatic discharges. In addition, it includes electrostatic discharges which may occur from personnel to objects near vital equipment.

This standard defines:

– typical waveform of the discharge current;
– range of test levels;
– test equipment;
– test set-up;
– test procedure.

This standard gives specifications for test performed in "laboratories" and "post-installation tests" performed on equipment in the final installation.

This standard does not intend to specify the tests to be applied to particular apparatus or systems. Its main aim is to give a general basic reference to all concerned product committees of the IEC. The product committees (or users and manufacturers of equipment) remain responsible for the appropriate choice of the tests and the severity level to be applied to their equipment.

In order not to impede the task of coordination and standardization, the product committees or users and manufacturers are strongly recommended to consider (in their future work or revision of old standards) the adoption of the relevant immunity tests specified in this standard.

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 section de la CEI 61000-4. 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 section de la CEI 61000-4 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 60050(161):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*

3 Généralités

La présente norme concerne les matériels, systèmes, sous-systèmes et périphériques qui peuvent être soumis à des décharges d'électricité statique en raison des conditions d'environnement et d'installation, telles que faible humidité relative, utilisation de moquettes à faible conductivité (en fibres synthétiques), de vêtements en vinyle, etc., qui peuvent exister à tous les emplacements d'utilisation normale des matériels électriques et électroniques (on trouvera des informations plus détaillées à l'article A.1 de l'annexe A).

Les essais décrits dans la présente norme sont des essais courants pour l'évaluation qualitative des performances des matériels électriques et électroniques mentionnés dans l'article 1.

NOTE Du point de vue technique, le terme correct pour ce phénomène serait «décharges d'électricité statique». Cependant le terme «décharge électrostatique» (DES) est largement utilisé dans le monde et dans la littérature technique. Il a donc été décidé de conserver le terme «décharge électrostatique» (DES) dans le titre de la présente norme.

4 Définitions

Pour les besoins de la présente section de la CEI 61000-4, les définitions et termes suivants s'appliquent; ils concernent uniquement le domaine des décharges électro-statiques et ne sont pas tous répertoriés dans la CEI 60050(161) [VEI].

4.1
dégradation (de fonctionnement)
ecart non désiré des caractéristiques de fonctionnement d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système par rapport aux caractéristiques attendues. [VEI 161-01-19]

NOTE Une dégradation peut être un défaut de fonctionnement temporaire ou permanent.

4.2
compatibilité électromagnétique (CEM)
aptitude d'un matériel ou d'un système, à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement. [VEI 161-01-07]

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 61000-4. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 61000-4 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 60050(161):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

3 General

This standard relates to equipment, systems, subsystems and peripherals which may be involved in static electricity discharges owing to environmental and installation conditions, such as low relative humidity, use of low-conductivity (artificial-fibre) carpets, vinyl garments, etc., which may exist in allocations classified in standards relevant to electrical and electronic equipment (for more detailed information, see clause A.1 of annex A).

The tests described in this standard are considered to be a first step in the direction of commonly used tests for the qualitative evaluation of the performance of all electrical and electronic equipment as referred to in clause 1.

NOTE From the technical point of view the precise term for the phenomenon would be "static electricity discharge". However, the term "electrostatic discharge" (ESD) is widely used in the technical world and in technical literature. Therefore, it has been decided to retain the term ESD in the title of this standard.

4 Definitions

For the purpose of this section of IEC 61000-4, the following definitions and terms apply and are applicable to the restricted field of electrostatic discharge; not all of them are included in IEC 60050(161) [IEV].

4.1
degradation (of performance)
an undesired departure in the operational performance of any device, equipment or system from its intended performance. [IEV 161-01-19]

NOTE The term "degradation" can apply to temporary or permanent failure.

4.2
electromagnetic compatibility (EMC)
the ability of an equipment or system to function satisfactorily in its electromagnetic environment without introducing intolerable electromagnetic disturbances to anything in that environment. [IEV 161-01-07]

4.3
matériau antistatique
matériau ayant des propriétés qui minimisent la génération de charges quand il est frotté avec ou écarté des mêmes matériaux ou d'autres matériaux similaires

4.4
condensateur d'accumulation d'énergie
condensateur qui, à l'intérieur du générateur de DES, représente la capacité d'un corps humain chargé à la valeur de la tension d'essai. Cet élément peut être un composant discret, ou une capacité répartie

4.5
DES
décharge électrostatique (voir 4.10)

4.6
EST
matériel soumis à l'essai

4.7
plan de référence
surface conductrice plate dont le potentiel est pris comme référence. [VEI 161-04-36 modifié]

4.8
plan de couplage
feuille ou plaque métallique sur laquelle les décharges sont appliquées de manière à simuler les décharges électrostatiques sur les objets adjacents à l'EST. PCH: Plan de Couplage Horizontal; PCV: Plan de Couplage Vertical

4.9
temps de maintien
intervalle de temps pendant lequel la décroissance de la tension de sortie due aux fuites se produisant avant la décharge n'est pas supérieure à 10 %

4.10
décharge électrostatique; DES
transfert de charges électriques entre des corps ayant des potentiels électrostatiques différents, lorsqu'ils sont proches ou mis en contact direct [VEI 161-01-22]

4.11
immunité (à une perturbation)
aptitude d'un dispositif, d'un matériel ou d'un système à fonctionner sans dégradation en présence d'une perturbation électro-magnétique. [VEI 161-01-20]

4.12
méthode de décharge au contact
méthode d'essai dans laquelle l'électrode du générateur d'essai est mise en contact avec l'EST, et la décharge déclenchée à l'aide du commutateur de décharge situé à l'intérieur du générateur d'essai

4.13
méthode de décharge dans l'air
méthode d'essai dans laquelle l'électrode chargée du générateur d'essai est approchée de l'EST, et la décharge déclenchée par une étincelle vers l'EST

4.3
antistatic material
material exhibiting properties which minimize charge generation when rubbed against or separated from the same or other similar materials

4.4
energy storage capacitor
the capacitor of the ESD-generator representing the capacity of a human body charged to the test voltage value. This may be provided as a discrete component, or a distributed capacitance

4.5
ESD
electrostatic discharge (see 4.10)

4.6
EUT
equipment under test

4.7
ground reference plane (GRP)
a flat conductive surface whose potential is used as a common reference. [IEV 161-04-36]

4.8
coupling plane
a metal sheet or plate, to which discharges are applied to simulate electrostatic discharge to objects adjacent to the EUT. HCP: Horizontal Coupling Plane; VCP: Vertical Coupling Plane

4.9
holding time
interval of time within which the decrease of the test voltage due to leakage, prior to the discharge, is not greater than 10 %

4.10
electrostatic discharge; ESD
a transfer of electric charge between bodies of different electrostatic potential in proximity or through direct contact. [IEV 161-01-22]

4.11
immunity (to a disturbance)
the ability of a device, equipment or system to perform without degradation in the presence of an electromagnetic disturbance. [IEV 161-01-20]

4.12
contact discharge method
a method of testing, in which the electrode of the test generator is held in contact with the EUT, and the discharge actuated by the discharge switch within the generator

4.13
air discharge method
a method of testing, in which the charged electrode of the test generator is brought close to the EUT, and the discharge actuated by a spark to the EUT

4.14
application directe
application de la décharge directement sur l'EST

4.15
application indirecte
application de la décharge à un plan de couplage situé au voisinage de l'EST, l'essai simule la décharge d'un opérateur sur les objets qui se trouvent au voisinage de l'EST

5 Niveaux d'essai

La gamme des niveaux d'essai à utiliser de préférence pour l'essai de DES est donnée dans le tableau 1.

Les essais doivent aussi respecter les niveaux inférieurs indiqués au tableau 1.

Des détails relatifs aux différents paramètres qui peuvent influencer le niveau de tension auquel le corps humain peut être chargé sont donnés dans l'article A.2 de l'annexe A. L'article A.4 de cette annexe donne également des exemples d'application de niveaux d'essais correspondant à des classes d'environnement (d'installation).

La méthode d'essai à utiliser de préférence est la méthode de décharge au contact. Les décharges dans l'air doivent être utilisées lorsque les décharges au contact ne peuvent s'appliquer. Les niveaux de tension pour chaque méthode d'essai sont donnés dans les tableaux 1a et 1b. Les différences entre ces niveaux sont dues aux différences entre les méthodes d'essai. Cela ne signifie pas que la sévérité des essais soit équivalente entre les méthodes d'essai.

Des informations complémentaires sont données dans les articles A.3, A.4 et A.5 de l'annexe A.

Tableau 1 – Niveaux d'essai

1a – Décharge au contact		**1b – Décharge dans l'air**	
Niveau	**Tension d'essai** kV	**Niveau**	**Tension d'essai** kV
1 2 3 4 x [1)]	2 4 6 8 Spécial	1 2 3 4 x [1)]	2 4 8 15 Spécial

[1)] «x» est un niveau à déterminer. Ce niveau doit être spécifié dans la spécification particulière du matériel. Lorsque des tensions plus élevées que celles qui sont données sont spécifiées, il peut être nécessaire d'utiliser des matériels d'essai spéciaux.

4.14
direct application
application of the discharge directly to the EUT

4.15
indirect application
application of the discharge to a coupling plane in the vicinity of the EUT, and simulation of personnel discharge to objects which are adjacent to the EUT

5 Test levels

The preferential range of test levels for the ESD test is given in table 1.

Testing shall also be satisfied at the lower levels given in table 1.

Details concerning the various parameters which may influence the voltage level to which the human body may be charged are given in clause A.2 of annex A. Clause A.4 also contains examples of the application of the test levels related to environmental (installation) classes.

Contact discharge is the preferred test method. Air discharges shall be used where contact discharge cannot be applied. Voltages for each test method are given in tables 1a and 1b. The voltages shown are different for each method due to the differing methods of test. It is not intended to imply that the test severity is equivalent between test methods.

Further information is given in clauses A.3, A.4 and A.5 of annex A.

Table 1 – Test levels

1a – Contact discharge		**1b – Air discharge**	
Level	**Test voltage** kV	**Level**	**Test voltage** kV
1 2 3 4 x [1)]	2 4 6 8 Special	1 2 3 4 x [1)]	2 4 8 15 Special

[1)] "x" is an open level. The level has to be specified in the dedicated equipment specification. If higher voltages than those shown are specified, special test equipment may be needed.

6 Générateur d'essai

Le générateur d'essai se compose essentiellement des éléments suivants:

– une résistance de charge R_c;
– un condensateur d'accumulation d'énergie C_s;
– une capacité répartie C_d;
– une résistance de décharge R_d;
– un indicateur de tension;
– un commutateur de décharge;
– des têtes interchangeables pour l'électrode de décharge (voir figure 4);
– un câble de retour du courant de décharge;
– une alimentation de puissance.

La figure 1 donne le schéma simplifié du générateur de DES. Les détails de construction n'y figurent pas.

Le générateur doit être conforme aux prescriptions données en 6.1 et 6.2.

6.1 Caractéristiques et performances du générateur de DES

Spécifications

– capacité d'accumulation d'énergie (C_s+ C_d):	150 pF ± 10 %;
– résistance de décharge (R_d):	330 Ω ± 10 %;
– résistance de charge (R_c):	entre 50 MΩ et 100 MΩ;
– tension de sortie (voir note 1):	jusqu'à 8 kV (nominale) pour la décharge au contact; jusqu'à 15 kV (nominale) pour la décharge dans l'air;
– tolérance sur l'indication de la tension de sortie:	±5 %;
– polarité de la tension de sortie:	positive et négative (commutable);
– temps de maintien:	au moins 5 s;
– modalité de la décharge (voir note 2):	décharge coup par coup (temps entre les décharges successives: au moins 1 s);
– forme d'onde du courant de décharge:	voir 6.2.

NOTE 1 Tension mesurée sur le condensateur d'accumulation d'énergie, en circuit ouvert.

NOTE 2 Le générateur doit être capable de produire une vitesse de répétition d'au moins 20 décharges en rafale par seconde, mais seulement à des fins exploratoires.

Le générateur doit être pourvu de moyens empêchant les émissions non désirées de perturbations rayonnées ou conduites, soit de type impulsionnel, soit continues, de manière à ne pas perturber par des effets parasites l'EST ou les matériels auxiliaires d'essai.

Le condensateur d'accumulation d'énergie, la résistance de décharge et le commutateur de décharge doivent être placés aussi près que possible de l'électrode de décharge.

Les dimensions des têtes de décharge sont données à la figure 4.

6 Test generator

The test generator consists, in its main parts, of:

– charging resistor R_c;

– energy-storage capacitor C_s;

– distributed capacitance C_d;

– discharge resistor R_d;

– voltage indicator;

– discharge switch;

– interchangeable tips of the discharge electrode (see figure 4);

– discharge return cable;

– power supply unit.

A simplified diagram of the ESD generator is given in figure 1. Constructional details are not given.

The generator shall meet the requirements given in 6.1 and 6.2.

6.1 Characteristics and performance of the ESD generator

Specifications

– energy storage capacitance (C_s + C_d):	150 pF ± 10 %;
– discharge resistance (R_d):	330 Ω ± 10 %;
– charging resistance (R_c):	between 50 MΩ and 100 MΩ;
– output voltage (see note 1):	up to 8 kV (nominal) for contact discharge;
	up to 15 kV (nominal) for air discharge;
– tolerance of the output voltage indication:	±5 %;
– polarity of the output voltage:	positive and negative (switchable);
– holding time:	at least 5 s;
– discharge, mode of operation (see note 2):	single discharge (time between successive discharges at least 1 s);
– waveshape of the discharge current:	see 6.2.

NOTE 1 Open circuit voltage measured at the energy storage capacitor.

NOTE 2 The generator should be able to generate at a repetition rate of at least 20 discharges per second for exploratory purposes only.

The generator shall be provided with means of preventing unintended radiated or conducted emissions, either of pulse or continuous type, so as not to disturb the EUT or auxiliary test equipment by parasitic effects.

The energy storage capacitor, the discharge resistor, and the discharge switch shall be placed as close as possible to the discharge electrode.

The dimensions of the discharge tips are given in figure 4.

Pour la méthode d'essai de décharge dans l'air, on utilise le même générateur, le commutateur de décharge restant fermé. Le générateur doit être monté avec la tête ronde indiquée en figure 4.

Le câble de retour du courant de décharge du générateur d'essai doit avoir en général une longueur de 2 m, et être réalisé de manière à permettre au générateur de rester conforme à la spécification de forme d'onde. Il doit être suffisamment isolé pour éviter les fuites du courant de décharge vers l'opérateur ou vers des surfaces conductrices, autrement que par son extrémité, pendant les essais de DES.

Dans le cas où une longueur de 2 m ne serait pas suffisante pour le câble de retour du courant de décharge (par exemple pour les EST de grandes dimensions), il est possible d'utiliser une longueur maximale de 3 m, à condition que la forme d'onde soit conforme aux spécifications.

6.2 Vérification des caractéristiques du générateur de DES

Afin de pouvoir comparer les résultats des essais effectués au moyen de différents générateurs d'essai, il est nécessaire de vérifier les caractéristiques données dans le tableau 2, et ce à l'aide du câble de retour du courant de décharge devant être utilisé lors des essais.

Tableau 2 – Paramètres de forme d'onde

Niveau	**Tension indiquée** kV	**Première crête du courant de décharge ±10 %** A	**Temps de montée t_r avec commutateur de décharge** ns	**Intensité (±30 %) à 30 ns** A	**Intensité (±30 %) à 60 ns** A
1	2	7,5	0,7 à 1	4	2
2	4	15	0,7 à 1	8	4
3	6	22,5	0,7 à 1	12	6
4	8	30	0,7 à 1	16	8

La forme d'onde du courant de sortie du générateur de DES lors de la procédure de vérification doit être conforme à celle qui est donnée à la figure 3.

Les caractéristiques du courant de décharge doivent être vérifiées avec une instrumentation de mesure ayant une bande passante de 1 000 MHz.

Une bande passante plus faible implique des limitations sur la mesure du temps de montée et de l'amplitude de la première crête de courant.

Pour effectuer la vérification, la tête de l'électrode de décharge est mise directement en contact avec le transducteur de détection de courant, et le générateur est utilisé en mode de décharge au contact.

La disposition type utilisée pour la vérification des performances du générateur de DES est donnée à la figure 2. La bande passante doit être supérieure à 1 GHz. Des détails de construction sur une conception possible du transducteur de détection de courant sont donnés dans l'annexe B.

For the air discharge test method the same generator is used and the discharge switch has to be closed. The generator shall be fitted with the round tip shown in figure 4.

The discharge return cable of the test generator shall be in general 2 m long, and constructed to allow the generator to meet the waveform specification. It shall be sufficiently insulated to prevent the flow of the discharge current to personnel or conducting surfaces other than via its termination, during the ESD test.

In cases where a 2 m length of the discharge return cable is insufficient, (e.g. for tall EUTs), a length not exceeding 3 m may be used, but compliance with the waveform specification shall be verified.

6.2 Verification of the characteristics of the ESD generator

In order to compare the test results obtained from different test generators, the characteristics shown in table 2 shall be verified using the discharge return cable to be used in the testing.

Table 2 – Waveform parameters

Level	Indicated voltage kV	First peak current of discharge ±10 % A	Rise time t_r with discharge switch ns	Current (±30 %) at 30 ns A	Current (±30 %) at 60 ns A
1	2	7,5	0,7 to 1	4	2
2	4	15	0,7 to 1	8	4
3	6	22,5	0,7 to 1	12	6
4	8	30	0,7 to 1	16	8

The waveform of the output current of the ESD generator during the verification procedure shall conform to figure 3.

The values of the characteristics of the discharge current shall be verified with 1 000 MHz bandwidth measuring instrumentation.

A lower bandwidth implies limitations in the measurement of rise time and amplitude of the first current peak.

For verification, the tip of the discharge electrode shall be placed in direct contact with the current-sensing transducer, and the generator operated in the contact discharge mode.

The typical arrangement for the verification of the ESD generator performance is given in figure 2. The bandwidth of the target has to be more than 1 GHz. Constructional details of a possible design for the current-sensing transducer are given in annex B.

D'autres dispositions impliquant l'utilisation d'une cage de Faraday de laboratoire ayant des dimensions différentes de celles indiquées à la figure 2 sont autorisées; est également autorisée la séparation de la cage de Faraday de la surface cible. Cependant, dans les deux cas, la distance entre le détecteur et le point de mise à la terre du générateur (1 m) doit être respectée, ainsi que la disposition du câble de retour du courant de décharge.

Le générateur de DES doit être réétalonné avec une périodicité déterminée, suivant un système d'assurance qualité reconnu.

7 Installation d'essai

L'installation d'essai comprend le générateur d'essai, l'EST et l'appareillage auxiliaire nécessaire pour effectuer des applications directes et indirectes de décharges à l'EST, de la manière suivante:

a) décharge au contact sur les surfaces conductrices et sur les plans de couplage;

b) décharge dans l'air sur les surfaces isolantes.

On peut distinguer deux types d'essais différents:

– essais (de conformité) de type réalisés en laboratoire;

– essais après installation effectués sur les matériels dans les conditions finales d'installation.

La méthode des essais de type effectués en laboratoire est préférable.

La disposition de l'EST doit être en accord avec les instructions d'installation fournies éventuellement par le fabricant.

7.1 Installation d'essai utilisée pour les essais réalisés en laboratoire

Les prescriptions suivantes s'appliquent aux essais réalisés en laboratoire dans les conditions d'environnement de référence décrites au 8.1.

Un plan de référence doit être disposé sur le sol du laboratoire. Il doit être constitué d'une feuille métallique (cuivre ou aluminium) de 0,25 mm d'épaisseur minimale. D'autres matériaux métalliques peuvent être utilisés sous réserve qu'ils aient une épaisseur d'au moins 0,65 mm.

La dimension minimale du plan de référence est de 1 m^2, la dimension finale dépendant des dimensions de l'EST. Le plan de référence doit dépasser l'EST ou le plan de couplage d'au moins 0,5 m sur tous les côtés, et doit être relié au système de mise à la terre de protection.

Les réglementations locales concernant la sécurité doivent toujours être satisfaites.

L'EST doit être installé et connecté conformément à ses exigences fonctionnelles.

En outre, il doit être placé de telle façon que la distance minimale entre le matériel subissant les essais et les murs du laboratoire ou toute autre structure métallique soit d'au moins 1 m.

L'EST doit être relié au système de mise à la terre en conformité avec les spécifications d'installation. Aucune connexion de terre additionnelle n'est autorisée.

Le positionnement des câbles d'alimentation et de signaux doit être représentatif des conditions d'installation rencontrées en pratique.

Other arrangements that imply the use of a laboratory Faraday cage having dimensions different from those in figure 2 are allowed; separation of the Faraday cage from the target plane is also allowed, but in both cases the distance between the sensor and the grounding terminal point of the ESD generator shall be respected (1 m), as well as the layout of the discharge return cable.

The ESD generator shall be re-calibrated in defined time periods in accordance with a recognized quality assurance system.

7 Test set-up

The test set-up consists of the test generator, EUT and auxiliary instrumentation necessary to perform direct and indirect application of discharges to the EUT in the following manner:

a) contact discharge to the conductive surfaces and to coupling planes;

b) air discharge at insulating surfaces.

Two different types of tests can be distinguished:

– type (conformance) tests performed in laboratories;

– post installation tests performed on equipment in its final installed conditions.

The preferred test method is that of type tests performed in laboratories.

The EUT shall be arranged in accordance with the manufacturer's instructions for installation (if any).

7.1 Test set-up for tests performed in laboratories

The following requirements apply to tests performed in laboratories under environmental reference conditions outlined in 8.1.

A ground reference plane shall be provided on the floor of the laboratory. It shall be a metallic sheet (copper or aluminium) of 0,25 mm minimum thickness; other metallic materials may be used but they shall have at least 0,65 mm minimum thickness.

The minimum size of the reference plane is 1 m^2, the exact size depending on the dimensions of the EUT. It shall project beyond the EUT or coupling plane by at least 0,5 m on all sides, and shall be connected to the protective grounding system.

Local safety regulations shall always be met.

The EUT shall be arranged and connected according to its functional requirements.

A distance of 1 m minimum shall be provided between the equipment under test and the walls of the laboratory and any other metallic structure.

The EUT shall be connected to the grounding system, in accordance with its installation specifications. No additional grounding connections are allowed.

The positioning of the power and signal cables shall be representative of installation practice.

Le câble de retour à la terre du courant de décharge du générateur de DES doit être connecté au plan de référence. La longueur totale de ce câble est en général de 2 m.

Lorsque cette longueur dépasse la longueur nécessaire pour l'application des décharges aux points choisis, la longueur excédentaire doit si possible être placée de manière non inductive en dehors du plan de référence et ne doit pas s'approcher à moins de 0,2 m des autres parties de l'installation d'essai.

Les liaisons des câbles de terre au plan de référence et toutes les liaisons doivent présenter une faible impédance, par exemple en utilisant des dispositifs de fixation adaptés aux applications haute fréquence.

Lorsque des plans de couplage sont spécifiés, par exemple pour l'application indirecte des décharges, ils doivent être réalisés avec le même type de matériau et avec la même épaisseur que le plan de référence; ils doivent être reliés au plan de référence par des câbles munis de résistances de 470 kΩ à chaque extrémité. Les résistances doivent pouvoir supporter la tension de décharge et doivent être isolées pour éviter les courts-circuits avec le plan de référence lorsque le câble est posé sur ce plan de référence.

Les spécifications additionnelles relatives aux différents types de matériel sont données ci-après.

7.1.1 Matériels de table

L'installation d'essai consiste en une table en bois, haute de 0,8 m, placée sur le plan de référence.

Un plan horizontal de couplage (PCH) de 1,6 m × 0,8 m doit être placé sur la table. L'EST et les câbles doivent être isolés du plan de couplage au moyen d'un support isolant de 0,5 mm d'épaisseur.

Si l'EST est trop grand pour rester à 0,1 m au minimum des bords du plan de couplage PCH, un PCH supplémentaire, identique au premier, doit être utilisé, il est disposé à 0,3 m du premier, les petits côtés étant adjacents. La table doit alors être agrandie ou on peut également utiliser deux tables. Les plans de couplage horizontaux ne doivent pas être reliés ensemble autrement que par les câbles résistants les reliant au plan de référence.

Tout support de montage associé à l'EST doit rester en place.

Un exemple d'installation d'essai pour matériels de table est donné à la figure 5.

7.1.2 Matériel posé sur le sol

L'EST et les câbles doivent être isolés du plan de référence par un support isolant d'environ 0,1 m d'épaisseur.

Un exemple d'installation d'essai pour matériels posés sur le sol est donné à la figure 6.

Tout support de montage associé à l'EST doit rester en place.

The discharge return cable of the ESD generator shall be connected to the ground reference plane. The total length of this cable is in general 2 m.

In cases where this length exceeds the length necessary to apply the discharges to be selected points, the excess length shall, where possible, be placed non-inductively off the ground reference plane and shall not come closer than 0,2 m to other conductive parts in the test set-up.

The connection of the earth cables to the ground reference plane and all bondings shall be of low impedance, for example by using clamping devices for high frequency applications.

Where coupling planes are specified, for example to allow indirect application of the discharge, they shall be constructed from the same material type and thickness as that of the ground reference plane, and shall be connected to the GRP via a cable with a 470 kΩ resistor located at each end. These resistors shall be capable of withstanding the discharge voltage and shall be insulated to avoid short circuits to the GRP when the cable lies on the GRP.

Additional specifications for the different types of equipment are given below.

7.1.1 Table-top equipment

The test set-up shall consist of a wooden table, 0,8 m high, standing on the ground reference plane.

A horizontal coupling plane (HCP), 1,6 m × 0,8 m, shall be placed on the table. The EUT and cables shall be isolated from the coupling plane by an insulating support 0,5 mm thick.

If the EUT is too large to be located 0,1 m minimum from all sides of the HCP, an additional, identical HCP shall be used, placed 0,3 m from the first, with the short sides adjacent. The table has to be enlarged or two tables may be used. The HCPs shall not be bonded together, other than via resistive cables to the GRP.

Any mounting feet associated with the EUT shall remain in place.

An example of the test set-up for table-top equipment is given in figure 5.

7.1.2 Floor-standing equipment

The EUT and cables shall be isolated from the ground reference plane by an insulating support about 0,1 m thick.

An example of the test set-up for floor-standing equipment is given in figure 6.

Any mounting feet associated with the EUT shall remain in place.

7.1.3 Méthode d'essai pour les matériels non raccordés à la terre

La méthode d'essai décrite dans ce paragraphe est applicable aux matériels ou à la (aux) partie(s) des matériels dont les spécifications d'installation ou la conception excluent tout raccordement à un système de mise à la terre. Des matériels ou parties de ceux-ci comprennent les matériels portables, les matériels fonctionnant sur batterie et les matériels à double isolation (matériels de classe II).

Justification: Les matériels ou les parties des matériels non raccordés à la terre ne peuvent se décharger eux-mêmes de manière similaire aux matériels de classe I alimentés par le réseau. Si la charge n'est pas écoulée avant que l'impulsion de DES suivante ne soit appliquée, il est possible que l'EST ou la (les) partie(s) d'EST subisse jusqu'à deux fois la tension d'essai prévue. Par conséquent, les matériels à double isolation pourraient être chargés à une valeur élevée non réaliste, par accumulation de plusieurs DES sur la capacité de l'isolation de classe II, et se décharger ensuite à la tension de claquage avec une énergie beaucoup plus élevée.

L'installation d'essai doit être identique à celles décrites en 7.1.1 et 7.1.2.

Pour simuler une DES unique (soit dans l'air soit par décharge au contact), la charge sur l'EST doit être évacuée avant chaque impulsion de DES appliquée.

La charge du point métallique, ou de la partie sur laquelle l'impulsion de DES est à appliquer, par exemples boîtiers de connecteurs, broches de charge de batteries, antennes métalliques, doit être évacuée avant chaque impulsion de DES appliquée.

Lorsqu'une ou plusieurs parties métalliques accessibles sont soumises à l'essai de DES, la charge doit être évacuée à partir du point où l'impulsion de DES est à appliquer, étant donné qu'aucune garantie ne peut être donnée quant à la résistance existant entre ce point et les autres points accessibles sur le produit.

Un câble avec des résistances d'écoulement de 470 kΩ, similaire à celui utilisé avec les plans de couplage horizontal et vertical, doit être utilisé; voir 7.1.

Comme la capacité entre l'EST et le PCH (matériel de table) et entre l'EST et le plan de référence (matériel posé sur le sol) est déterminée par la taille de l'EST, le câble muni des résistances d'écoulement peut rester installé pendant l'essai de DES lorsque ceci est fonctionnellement autorisé. Sur le câble de décharge, une résistance doit être connectée au plus court, et de préférence à moins de 20 mm du point d'essai de l'EST. La deuxième résistance doit être connectée près de l'extrémité du câble relié au PCH pour le matériel de table (voir figure 8), ou au plan de référence pour le matériel posé sur le sol (voir figure 9).

La présence du câble avec les résistances d'écoulement peut influencer les résultats d'essai de certains matériels. En cas de litige, un essai avec le câble déconnecté pendant l'impulsion de DES a préséance sur l'essai avec le câble installé pendant l'essai, à condition que la charge ait suffisamment diminué entre les décharges successives.

Comme autre solution, les options suivantes peuvent être utilisées:

– l'intervalle de temps entre les décharges successives doit être étendu au temps nécessaire permettant la décroissance naturelle de la charge de l'EST;

– une brosse à fibre de carbone avec des résistances d'écoulement (par exemple 2 × 470 kΩ) dans le câble de mise à la terre;

– un ioniseur d'air pour accélérer le processus de décharge «naturelle» de l'EST dans son environnement.

7.1.3 Test method for ungrounded equipment

The test method described in this subclause is applicable to equipment or part(s) of equipment whose installation specifications or design preclude connection to any grounding system. Equipment, or parts thereof, includes portable, battery-operated and double-insulated equipment (class II equipment).

Rationale: Ungrounded equipment, or ungrounded part(s) of equipment, cannot discharge itself similarly to class I mains-supplied equipment. If the charge is not removed before the next ESD pulse is applied, it is possible that the EUT or part(s) of the EUT be stressed up to twice the intended test voltage. Therefore, double-insulated equipment could be charged at an unrealistically high charge, by accumulating several ESD discharges on the capacitance of the class II insulation, and then discharge at the breakdown voltage of the insulation with a much higher energy.

The general test set-up shall be identical to the ones described in 7.1.1 and 7.1.2 respectively.

To simulate a single ESD event (either by air or by contact discharge), the charge on the EUT shall be removed prior to each applied ESD pulse.

The charge on the metallic point or part to which the ESD pulse is to be applied, for example, connector shells, battery charge pins, metallic antennae, shall be removed prior to each applied ESD test pulse.

When one or several metallic accessible parts are subject to the ESD test, the charge shall be removed from the point where the ESD pulse is to be applied, as no guarantee can be given about the resistance between this and other accessible points on the product.

A cable with 470 kΩ bleeder resistors, similar to the one used with the horizontal and vertical coupling planes, shall be used; see 7.1.

As the capacitance between EUT and HCP (table-top) and between EUT and GRP (floor-standing) is determined by the size of the EUT, the cable with bleeder resistors may remain installed during the ESD test when functionally allowed. In the discharge cable, one resistor shall be connected as close as possible, preferably less than 20 mm from the EUT test point. The second resistor shall be connected near the end of the cable attached to the HCP for table-top equipment (see figure 8), or GRP for floor-standing equipment (see figure 9).

The presence of the cable with the bleeder resistors can influence the test results of some equipment. In case of dispute, a test with the cable disconnected during the ESD pulse takes precedence over the test with the cable installed during the test, provided that the charge has sufficiently decayed between the successive discharges.

As an alternative, the following options can be used:

– the time interval between successive discharges shall be extended to the time necessary to allow natural decay of the charge from the EUT;
– a carbon fibre brush with bleeder resistors (for example, 2 × 470 kΩ) in the grounding cable;
– an air-ionizer to speed-up the "natural" discharging process of the EUT to its environment.

L'ioniseur doit être arrêté lors de l'application des décharges dans l'air. L'utilisation de toute méthode alternative doit être notée dans le rapport d'essai.

NOTE En cas de litige concernant la décroissance de la charge, la charge de l'EST peut être surveillée par un mesureur de champ électrique sans contact. Lorsque la charge a décru en dessous de 10 % de sa valeur initiale, l'EST est considéré comme déchargé.

L'électrode du générateur de DES doit être normale (perpendiculaire) à la surface de l'EST.

7.1.3.1 Matériels de table

Pour un matériel de table, l'EST est placé sur le plan de couplage horizontal au-dessus de la feuille isolante (0,5 mm d'épaisseur), comme décrit en 7.1.1 et à la figure 5.

Lorsqu'une partie métallique accessible, sur laquelle l'impulsion de DES est à appliquer, est disponible avec l'EST, cette partie doit être raccordée au PCH avec le câble muni des résistances d'écoulement; voir figure 8.

7.1.3.2 Matériels posés sur le sol

Les matériels posés sur le sol sans aucune connexion métallique au plan de référence doivent être installés de manière similaire à celle indiquée en 7.1.2 et à la figure 6.

Un câble avec les résistances d'écoulement doit être utilisé entre la partie métallique accessible, à laquelle l'impulsion de DES est à appliquer, et le plan de référence; voir figure 9.

7.2 Installation d'essai pour les essais in situ

Ces essais sont facultatifs et ne sont pas obligatoires pour les essais de certification; ils peuvent uniquement être applicables après entente entre le constructeur et le client. Il convient de tenir compte de ce que, pendant ces essais, d'autres matériels situés à proximité peuvent être affectés de manière inacceptable.

Le matériel ou système doit être essayé dans ses conditions d'installation finale.

De manière à faciliter la connexion du câble de retour de courant de décharge, un plan de référence doit être placé sur le sol de l'installation à proximité de l'EST, à une distance d'environ 0,1 m. Ce plan doit être en cuivre ou en aluminium, d'une épaisseur d'au moins 0,25 mm. D'autres matériaux métalliques peuvent être utilisés sous réserve d'une épaisseur d'au moins 0,65 mm. Ce plan doit être large d'environ 0,3 m et long de 2 m lorsque l'installation le permet.

Le plan de référence doit être relié au système de mise à la terre de protection. Lorsque cela n'est pas possible, le plan de référence doit être connecté à la borne de terre de l'EST, si ce dernier en comporte une.

Le câble de retour de courant de décharge du générateur de DES doit être relié au plan de référence en un point situé près de l'EST. Lorsque ce dernier est installé sur une table métallique, celle-ci doit être reliée au plan de référence par un câble muni de résistances de 470 kΩ situées à chaque extrémité, de manière à éviter une accumulation des charges.

Un exemple d'installation d'essai pour essais *in situ* est donné à la figure 7.

The ionizer shall be turned off when applying an air-discharge test. The use of any alternative method shall be reported in the test report.

NOTE In case of dispute concerning the charge decay, the charge on the EUT can be monitored by a non-contacting electric field meter. When the charge has decayed below 10 % of the initial value, the EUT is considered to be discharged.

The tip of the ESD generator shall be held normal (perpendicular) to the surface of the EUT.

7.1.3.1 Table-top equipment

For table-top equipment, the EUT is placed on the horizontal coupling plane on top of the insulating foil (0,5 mm thick), as described in 7.1.1 and figure 5.

When a metallic accessible part, to which the ESD pulse is to be applied, is available on the EUT, this part shall be connected to the HCP via the cable with bleeder resistors; see figure 8.

7.1.3.2 Floor-standing equipment

Floor-standing equipment without any metallic connection to the ground reference plane shall be installed similarly to 7.1.2 and figure 6.

A cable with bleeder resistors shall be used between the metallic accessible part, to which the ESD pulse is to be applied, and the ground reference plane (GRP); see figure 9.

7.2 Test set-up for post-installation tests

These tests are optional, and not mandatory for certification tests; they may be applied only when agreed between manufacturer and customer. It has to be considered that other co-located equipment may be unacceptably affected.

The equipment or system shall be tested in its final installed conditions.

In order to facilitate a connection for the discharge return cable, a ground reference plane shall be placed on the floor of the installation, close to the EUT at about 0,1 m distance. This plane should be of copper or aluminium not less than 0,25 mm thick. Other metallic materials may be used, providing the minimum thickness is 0,65 mm. The plane should be approximately 0,3 m wide, and 2 m in length where the installation allows.

This ground reference plane should be connected to the protective earthing system. Where this is not possible, it should be connected to the earthing terminal of the EUT, if available.

The discharge return cable of the ESD generator shall be connected to the reference plane at a point close to the EUT. Where the EUT is installed on a metal table, the table shall be connected to the reference plane via a cable with a 470 kΩ resistor located at each end, to prevent a build-up of charge.

An example of the set-up for post-installation tests is given in figure 7.

8 Procédure d'essai

8.1 Conditions de référence du laboratoire

De manière à diminuer l'influence de paramètres d'environnement sur les résultats des essais, ceux-ci doivent être réalisés dans les conditions climatiques et électromagnétiques spécifiées aux 8.1.1 et 8.1.2.

8.1.1 Conditions climatiques

Dans le cas d'essais utilisant les décharges dans l'air, les conditions climatiques doivent se situer dans les domaines suivants:

– température ambiante: 15 °C à 35 °C;
– humidité relative: 30 % à 60 %;
– pression atmosphérique: 86 kPa (860 mbar) à 106 kPa (1 060 mbar).

NOTE Toute autre valeur est spécifiée dans la norme de produit.

L'EST doit fonctionner dans les conditions climatiques prévues pour son utilisation.

8.1.2 Conditions électromagnétiques

L'environnement électromagnétique du laboratoire ne doit pas influencer les résultats des essais.

8.2 Fonctionnement de l'EST

Les programmes et logiciels doivent être sélectionnés de manière à faire fonctionner tous les modes d'utilisation normale de l'EST. L'utilisation de logiciels spéciaux de fonctionnement est encouragée, mais elle n'est autorisée que s'il est possible de prouver que l'EST est utilisé de manière exhaustive.

Pour les essais de conformité, l'EST doit fonctionner continuellement dans son mode (ou suivant son cycle de programme) le plus sensible, qui est déterminé par des essais préliminaires.

Si un matériel de surveillance est nécessaire, il est recommandé de le découpler afin de réduire la possibilité d'une indication de défaillance erronée.

8.3 Exécution de l'essai

Les essais doivent être conduits par application directe et indirecte des décharges sur l'EST suivant un plan d'essais. Ce plan d'essais comprend:

– les conditions de fonctionnement représentatives de l'EST;
– l'indication de la nature de l'essai: sur table ou sur sol;
– les points auxquels les décharges doivent être appliquées;
– pour chacun de ces points, si l'on doit appliquer des décharges au contact ou des décharges dans l'air;
– le niveau d'essai à appliquer;
– le nombre de décharges devant être appliqué en chaque point pour les essais de conformité;
– la nécessité ou non d'essais après installation.

Il peut être nécessaire d'effectuer quelques essais exploratoires pour établir certains aspects de ce plan d'essais.

8 Test procedure

8.1 Laboratory reference conditions

In order to minimize the impact of environmental parameters on test results, the tests shall be carried out in climatic and electromagnetic reference conditions as specified in 8.1.1 and 8.1.2.

8.1.1 Climatic conditions

In the case of air discharge testing, the climatic conditions shall be within the following ranges:

– ambient temperature: 15 °C to 35 °C;
– relative humidity: 30 % to 60 %;
– atmospheric pressure: 86 kPa (860 mbar) to 106 kPa (1 060 mbar).

NOTE Any other values are specified in the product specification.

The EUT shall be operated within its intended climatic conditions.

8.1.2 Electromagnetic conditions

The electromagnetic environment of the laboratory shall not influence the test results.

8.2 EUT exercising

The test programs and software shall be chosen so as to exercise all normal modes of operation of the EUT. The use of special exercising software is encouraged, but permitted only where it can be shown that the EUT is being comprehensively exercised.

For conformance testing, the EUT shall be continually operated in its most sensitive mode (program cycle) which shall be determined by preliminary testing.

If monitoring equipment is required, it should be decoupled in order to reduce the possibility of erroneous failure indication.

8.3 Execution of the test

The testing shall be performed by direct and indirect application of discharges to the EUT according to a test plan. This should include:

– representative operating conditions of the EUT;
– whether the EUT should be tested as table-top or floor-standing;
– the points at which discharges are to be applied;
– at each point, whether contact or air discharges are to be applied;
– the test level to be applied;
– the number of discharges to be applied at each point for compliance testing;
– whether post-installation tests are also to be applied.

It may be necessary to carry out some investigatory testing to establish some aspects of the test plan.

8.3.1 Application directe des décharges sur l'EST

Sauf si cela est prévu par ailleurs dans les normes générique, de produit ou de famille de produits, les décharges d'électricité statique ne doivent être appliquées qu'aux points et surfaces de l'EST qui sont accessibles par les personnes au cours d'une utilisation normale. Les exclusions suivantes s'appliquent (c'est-à-dire que les décharges ne sont pas appliquées en ces points):

a) les points et les surfaces qui ne sont accessibles que pour la maintenance. Dans ce cas, des procédures spéciales d'atténuation des DES doivent être données dans la documentation accompagnant le matériel;

b) les points et les surfaces qui ne sont accessibles qu'en intervention de service par l'utilisateur (final). Des exemples de ces points rarement atteints sont les contacts de batterie pendant le changement des batteries, une cassette dans un répondeur téléphonique, etc.;

c) les points et les surfaces d'un matériel qui ne sont plus accessibles après l'installation fixe ou après avoir suivi les instructions d'utilisation, par exemple le bas et/ou l'arrière d'un matériel, ou des zones derrière des connecteurs encastrés;

d) les contacts de connecteurs coaxiaux ou multibroches qui sont munis d'un blindage métallique. Dans ce cas, les décharges au contact doivent être uniquement appliquées au blindage métallique de ces connecteurs.

   Des contacts à l'intérieur d'un connecteur non conducteur par exemple en plastique qui sont accessibles doivent être essayés uniquement avec des décharges dans l'air. Cet essai doit être réalisé en utilisant l'électrode à tête ronde du générateur de DES.

   En général, six cas doivent être considérés:

Cas	Blindage du connecteur	Matériau de revêtement	Décharge dans l'air sur:	Décharge au contact sur:
1	Métallique	Aucun	–	Blindage
2	Métallique	Isolant	Revêtement	Blindage si accessible
3	Métallique	Métallique	–	Blindage et revêtement
4	Isolé	Aucun	[a]	–
5	Isolé	Isolant	Revêtement	–
6	Isolé	Métallique	–	Revêtement
NOTE Dans le cas où un revêtement est appliqué pour fournir un blindage (DES) aux broches d'un connecteur, il convient qu'une étiquette d'avertissement pour les DES soit présente sur ce revêtement ou sur le matériel, à proximité du connecteur auquel le revêtement est appliqué.				
[a] Si la norme de (famille) de produit requiert de tester individuellement les broches d'un connecteur isolé, les décharges dans l'air doivent être appliquées.				

e) les contacts de connecteurs ou les autres parties accessibles qui sont sensibles aux DES pour des raisons fonctionnelles et qui sont munies d'une étiquette d'avertissement pour les DES, par exemple des entrées RF de mesure, des fonctions de réception ou autres fonctions de communication.

   Justification: De nombreux accès de connecteurs sont conçus pour supporter des informations à haute fréquence, analogiques ou numériques, et ne peuvent par conséquent pas être munis de dispositifs de protection suffisants contre les surtensions. Dans le cas de signaux analogiques, des filtres passe-bandes peuvent être une solution. Les diodes de protection contre les surtensions ont une trop grande capacité parasite pour être utiles aux fréquences auxquelles l'EST est prévu de fonctionner.

   Dans tous les cas précédents, des procédures spéciales de réduction des DES sont recommandées, pour être fournies dans la documentation accompagnant le matériel.

8.3.1 Direct application of discharges to the EUT

Unless stated otherwise in the generic, product-related or product-family standards, the static electricity discharges shall be applied only to those points and surfaces of the EUT which are accessible to persons during normal use. The following exclusions apply (i.e. discharges are not applied to those items):

a) those points and surfaces which are only accessible under maintenance. In this case, special ESD mitigation procedures shall be given in the accompanying documentation;

b) those points and surfaces which are only accessible under service by the (end-)user. Examples of these rarely accessed points are as follows: battery contacts while changing batteries, a cassette in a telephone answering machine, etc.;

c) those points and surfaces of equipment which are no longer accessible after fixed installation or after following the instructions for use, for example, the bottom and/or wall-side of equipment or areas behind fitted connectors;

d) the contacts of coaxial and multi-pin connectors which are provided with a metallic connector shell. In this case, contact discharges shall only be applied to the metallic shell of that connector.

   Contacts within a non-conductive (for example, plastic) connector and which are accessible shall be tested by the air-discharge test only. This test shall be carried out by using the rounded tip finger on the ESD generator.

   In general, six cases shall be considered:

Case	Connector shell	Cover material	Air discharge to:	Contact discharge to:
1	Metallic	None	–	Shell
2	Metallic	Insulated	Cover	Shell when accessible
3	Metallic	Metallic	–	Shell and cover
4	Insulated	None	[a]	–
5	Insulated	Insulated	Cover	–
6	Insulated	Metallic	–	Cover

NOTE In case a cover is applied to provide (ESD) shielding to the connector pins, an ESD warning label should be present on that cover or on the equipment near to that connector to which the cover is applied.

[a] If the product (family) standard requires testing to individual pins of an insulated connector, air discharges shall apply.

e) those contacts of connectors or other accessible parts that are ESD sensitive because of functional reasons and are provided with an ESD warning label, for example, r.f. inputs from measurement, receiving or other communication functions.

   Rationale: Many connector ports are designed to handle high-frequency information, either analogue or digital, and therefore cannot be provided with sufficient overvoltage protection devices. In the case of analogue signals, bandpass filters may be a solution. Overvoltage protecting diodes have too much stray capacitance to be useful at the frequencies at which the EUT is designed to operate.

   In all previous cases, special ESD mitigation procedures are recommended, to be given in the accompanying documentation.

La tension d'essai doit être augmentée progressivement depuis la valeur minimale jusqu'au niveau d'essai sélectionné, de manière à déterminer un seuil de non-fonctionnement (voir article 5). Le niveau d'essai final ne doit pas dépasser la valeur de l'amplitude figurant dans la norme de produit, pour éviter d'endommager le matériel.

L'essai doit être réalisé avec des décharges coup par coup. Au moins dix décharges de ce genre (dans la polarité à laquelle le matériel est le plus sensible) doivent être appliquées aux points présélectionnés.

Une valeur initiale de 1 s est recommandée pour l'intervalle de temps entre décharges successives. Des intervalles plus longs peuvent être nécessaires pour déterminer si une défaillance du système est survenue.

NOTE On pourra présélectionner les points sur lesquels les décharges devront être appliquées au moyen d'une exploration préalable au cours de laquelle on appliquera des décharges en rafale à la fréquence de 20 décharges ou plus par seconde.

Le générateur de DES doit être tenu perpendiculairement à la surface sur laquelle la décharge est appliquée. Cela améliore la reproductibilité des résultats d'essais.

Le câble de retour du courant de décharge du générateur doit être maintenu à une distance d'au moins 0,2 m de l'EST pendant que l'on applique la décharge.

Dans le cas de décharges au contact, la tête de l'électrode de décharge doit toucher l'EST avant que le commutateur de décharge ne soit actionné.

Dans le cas de surfaces peintes couvrant un substrat conducteur, on doit utiliser la procédure suivante:

Si le revêtement n'est pas déclaré par le constructeur comme étant isolant, la tête de décharge pointue du générateur doit pénétrer le revêtement de manière à établir le contact avec le substrat conducteur. Les revêtements déclarés isolants par le constructeur doivent être soumis à la décharge dans l'air. L'essai de décharge au contact ne doit pas être appliqué sur de telles surfaces.

Dans le cas de décharges dans l'air, la tête ronde de l'électrode de décharge doit être approchée aussi vite que possible (sans provoquer de dommages mécaniques) jusqu'à toucher l'EST. Après chaque décharge, le générateur de DES (électrode de décharge) doit être éloigné de l'EST. Le générateur est alors réenclenché pour une nouvelle décharge isolée. Cette procédure est répétée jusqu'à ce que les décharges soient terminées. Dans le cas de l'essai de décharge dans l'air, le commutateur de décharge qui est utilisé pour la décharge au contact doit être fermé.

8.3.2 Application indirecte des décharges

Les décharges sur les objets placés ou installés près des EST doivent être simulées par application des décharges du générateur de DES à un plan de couplage, en mode de décharge au contact.

En plus de la procédure d'essais décrite au 8.3.1, les prescriptions décrites aux 8.3.2.1 et 8.3.2.2 doivent être respectées.

The test voltage shall be increased from the minimum to the selected test level, in order to determine any threshold of failure (see clause 5). The final test level should not exceed the product specification value in order to avoid damage to the equipment.

The test shall be performed with single discharges. On preselected points at least ten single discharges (in the most sensitive polarity) shall be applied.

For the time interval between successive single discharges an initial value of 1 s is recommended. Longer intervals may be necessary to determine whether a system failure has occurred.

NOTE The points to which the discharges should be applied may be selected by means of an exploration carried out at a repetition rate of 20 discharges per second, or more.

The ESD generator shall be held perpendicular to the surface to which the discharge is applied. This improves repeatability of the test results.

The discharge return cable of the generator shall be kept at a distance of at least 0,2 m from the EUT whilst the discharge is being applied.

In the case of contact discharges, the tip of the discharge electrode shall touch the EUT, before the discharge switch is operated.

In the case of painted surfaces covering a conducting substrate, the following procedure shall be adopted:

If the coating is not declared to be an insulating coating by the equipment manufacturer, then the pointed tip of the generator shall penetrate the coating so as to make contact with the conducting substrate. Coating declared as insulating by the manufacturer shall only be submitted to the air discharge. The contact discharge test shall not be applied to such surfaces.

In the case of air discharges, the round discharge tip of the discharge electrode shall be approached as fast as possible (without causing mechanical damage) to touch the EUT. After each discharge, the ESD generator (discharge electrode) shall be removed from the EUT. The generator is then retriggered for a new single discharge. This procedure shall be repeated until the discharges are completed. In the case of an air discharge test, the discharge switch, which is used for contact discharge, shall be closed.

8.3.2 Indirect application of the discharge

Discharges to objects placed or installed near the EUT shall be simulated by applying the discharges of the ESD generator to a coupling plane, in the contact discharge mode.

In addition to the test procedure described in 8.3.1, the requirements given in 8.3.2.1 and 8.3.2.2 shall be met.

8.3.2.1 Plan horizontal de couplage (PCH) sous l'EST

La décharge doit être appliquée horizontalement sur la tranche du PCH.

Au moins 10 décharges isolées (dans la polarité à laquelle le matériel est le plus sensible) doivent être appliquées sur le bord avant de chaque PCH, en face du point milieu de chaque unité (si applicable) de l'EST et à 0,1 m de l'avant de l'EST. Le grand axe de l'électrode de décharge doit se trouver dans le plan du PCH et perpendiculairement à son bord avant au cours de la décharge.

L'électrode de décharge doit se trouver en contact avec la tranche du PCH (voir figure 5).

De plus, il convient de considérer que soient exposées à cet essai toutes les faces de l'EST.

8.3.2.2 Plan de couplage vertical

Un cycle d'au moins 10 décharges isolées (dans la polarité à laquelle le matériel est le plus sensible) doit être appliqué au centre de l'un des bords verticaux du plan de couplage (voir figures 5 et 6). Le plan de couplage, de dimensions 0,5 m $\times$ 0,5 m est placé parallèlement et positionné à une distance de 0,1 m de l'EST.

Les décharges sont appliquées au plan de couplage en des positions suffisamment différentes pour que les quatre côtés de l'EST soient complètement illuminés.

9 Evaluation des résultats d'essai

Les résultats d'essai doivent être classés en tenant compte de la perte de fonction ou de la dégradation du fonctionnement du matériel soumis à l'essai, par rapport à un niveau de fonctionnement défini par son constructeur ou par le demandeur de l'essai, ou en accord entre le constructeur et l'acheteur du produit. La classification recommandée est comme suit:

a) fonctionnement normal dans les limites spécifiées par le constructeur, le demandeur de l'essai ou l'acheteur;

b) perte temporaire de fonction ou dégradation temporaire du fonctionnement cessant après la disparition de la perturbation; le matériel soumis à l'essai retrouve alors son fonctionnement normal sans l'intervention d'un opérateur;

c) perte temporaire de fonction ou dégradation temporaire du fonctionnement nécessitant l'intervention d'un opérateur;

d) perte de fonction ou dégradation du fonctionnement non récupérable, due à une avarie du matériel ou du logiciel, ou à une perte de données.

La spécification du constructeur peut définir des effets sur l'EST qui peuvent être considérés comme non significatifs et donc acceptables.

Cette classification peut être utilisée comme un guide pour l'élaboration des critères d'aptitude à la fonction, par les comités responsables pour les normes génériques, de produit et de famille de produits, ou comme un cadre pour l'accord sur les critères d'aptitude à la fonction entre le constructeur et l'acheteur, par exemple lorsque aucune norme générique, de produit ou de famille de produits appropriée n'existe.

8.3.2.1 Horizontal coupling plane (HCP) under the EUT

Discharge to the HCP shall be made horizontally to the edge of the HCP.

At least 10 single discharges (in the most sensitive polarity) shall be applied at the front edge of each HCP opposite the centre point of each unit (if applicable) of the EUT and 0,1 m from the front of the EUT. The long axis of the discharge electrode shall be in the plane of the HCP and perpendicular to its front edge during the discharge.

The discharge electrode shall be in contact with the edge of the HCP (see figure 5).

In addition, consideration should be given to exposing all sides of the EUT to this test.

8.3.2.2 Vertical coupling plane

At least 10 single discharges (in the most sensitive polarity) shall be applied to the centre of one vertical edge of the coupling plane (figures 5 and 6). The coupling plane, of dimensions 0,5 m × 0,5 m, is placed parallel to, and positioned at a distance of 0,1 m from, the EUT.

Discharges shall be applied to the coupling plane, with sufficient different positions such that the four faces of the EUT are completely illuminated.

9 Evaluation of test results

The test results shall be classified in terms of the loss of function or degradation of performance of the equipment under test, relative to a performance level defined by its manufacturer or the requestor of the test, or agreed between the manufacturer and the purchaser of the product. The recommended classification is as follows:

a) normal performance within limits specified by the manufacturer, requestor or purchaser;

b) temporary loss of function or degradation of performance which ceases after the disturbance ceases, and from which the equipment under test recovers its normal performance, without operator intervention;

c) temporary loss of function or degradation of performance, the correction of which requires operator intervention;

d) loss of function or degradation of performance which is not recoverable, owing to damage to hardware or software, or loss of data.

The manufacturer's specification may define effects on the EUT which may be considered insignificant, and therefore acceptable.

This classification may be used as a guide in formulating performance criteria, by committees responsible for generic, product and product-family standards, or as a framework for the agreement on performance criteria between the manufacturer and the purchaser, for example where no suitable generic, product or product-family standard exists.

10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir toutes les informations nécessaires pour reproduire l'essai. En particulier, ce qui suit doit être noté:

– les points spécifiés dans le plan d'essai requis à l'article 8 de la présente norme;

– l'identification de l'EST et de tous les matériels associés, par exemple marque, type, numéro de série;

– l'identification des matériels d'essai, par exemple marque, type, numéro de série;

– toutes les conditions d'environnement spéciales dans lesquelles l'essai a été réalisé, par exemple enceinte blindée;

– toutes les conditions spécifiques nécessaires pour permettre la réalisation de l'essai;

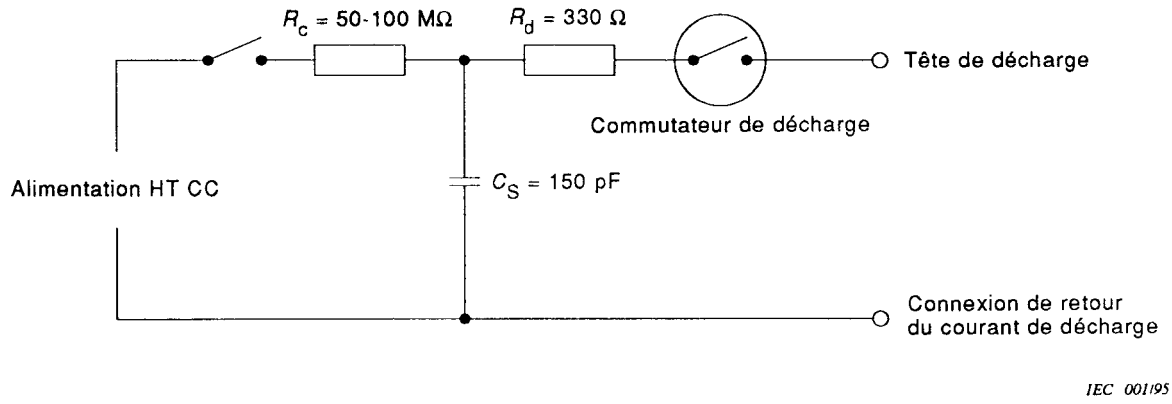
– le niveau de fonctionnement défini par le constructeur, le demandeur de l'essai ou l'acheteur;

– le critère d'aptitude à la fonction spécifié dans la norme générique, de produit ou de famille de produits;

– tous les effets observés sur l'EST pendant ou après l'application de la perturbation, et la durée pendant laquelle ces effets ont persisté;

– la justification de la décision succès/échec (basée sur le critère d'aptitude à la fonction spécifié dans la norme générique, de produit ou de famille de produits, ou dans l'accord entre le constructeur et l'acheteur);

– toutes les conditions spécifiques d'utilisation, par exemple longueur ou type de câble, blindage ou raccordement à la terre, ou les conditions de fonctionnement de l'EST, qui sont requises pour assurer la conformité.



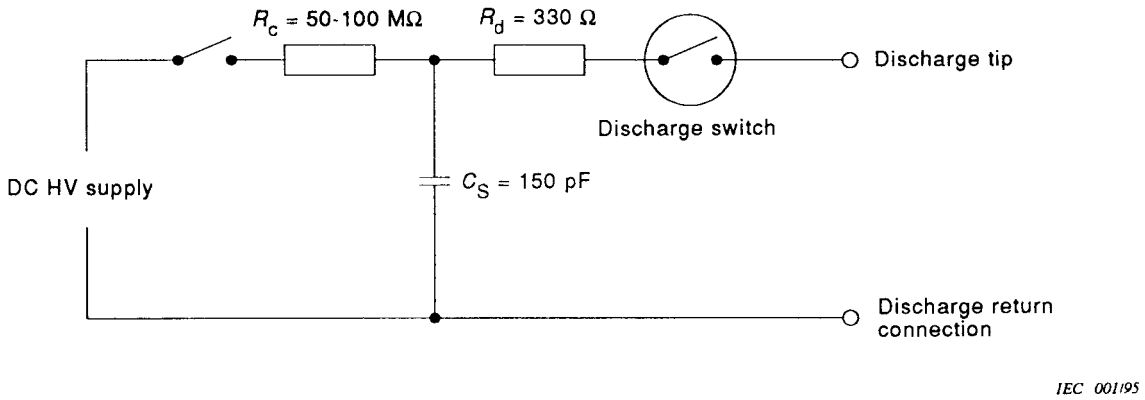
NOTE C_d, qui ne figure pas sur le schéma, est une capacité répartie qui existe entre le générateur et l'EST, le plan de terre de référence (GRP) et les plans de couplage. Il n'est pas possible de représenter la capacité dans le circuit puisqu'elle est répartie sur l'ensemble du générateur.

Figure 1 – Schéma simplifié du générateur de DES

10 Test report

The test report shall contain all the information necessary to reproduce the test. In particular, the following shall be recorded:

– the items specified in the test plan required by clause 8 of this standard;
– identification of the EUT and any associated equipment, for example, brand name, product type, serial number;
– identification of the test equipment, for example, brand name, product type, serial number;
– any special environmental conditions in which the test was performed, for example, shielded enclosure;
– any specific conditions necessary to enable the test to be performed;
– performance level defined by the manufacturer, requestor or purchaser;
– performance criterion specified in the generic, product or product-family standard;
– any effects on the EUT observed during or after the application of the test disturbance, and the duration for which these effects persist;
– the rationale for the pass/fail decision (based on the performance criterion specified in the generic, product or product-family standard, or agreed between the manufacturer and the purchaser);
– any specific conditions of use, for example cable length or type, shielding or grounding, or EUT operating conditions, which are required to achieve compliance.



NOTE C_d, omitted in the figure, is a distributed capacitance which exists between the generator and the EUT, GRP, and coupling planes. Because the capacitance is distributed over the whole of the generator, it is not possible to show this in the circuit.

Figure 1 – Simplified diagram of the ESD generator

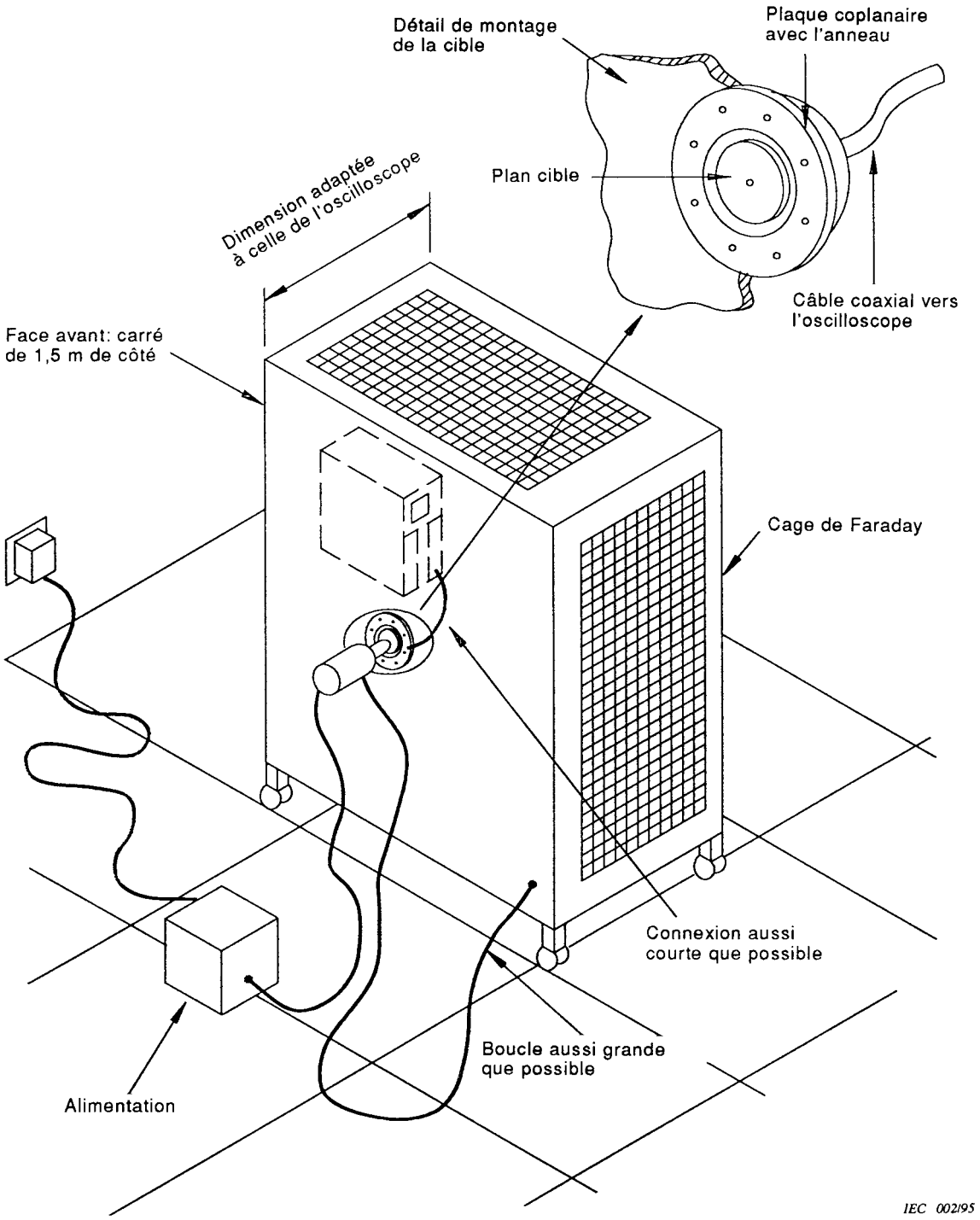


Figure 2 – Exemple d'installation d'essai pour la vérification des performances du générateur de DES

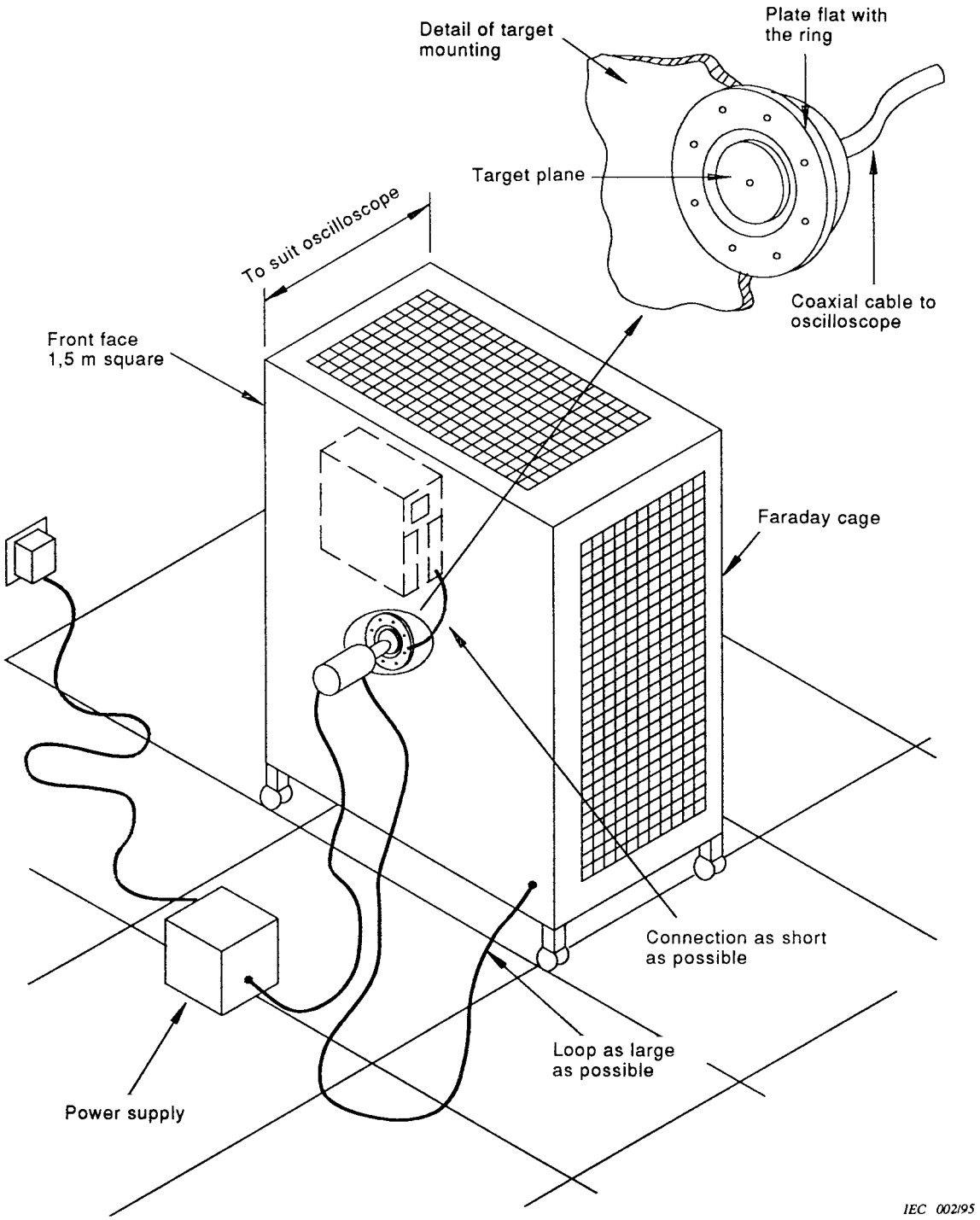
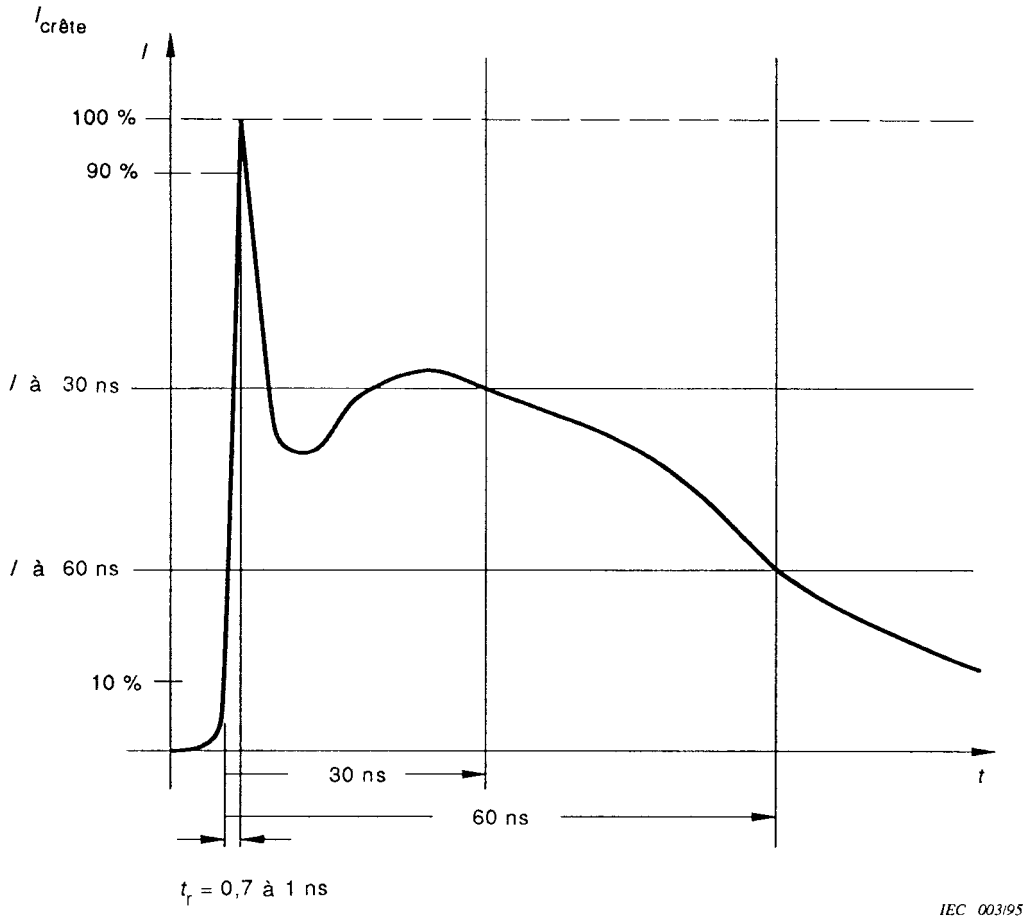
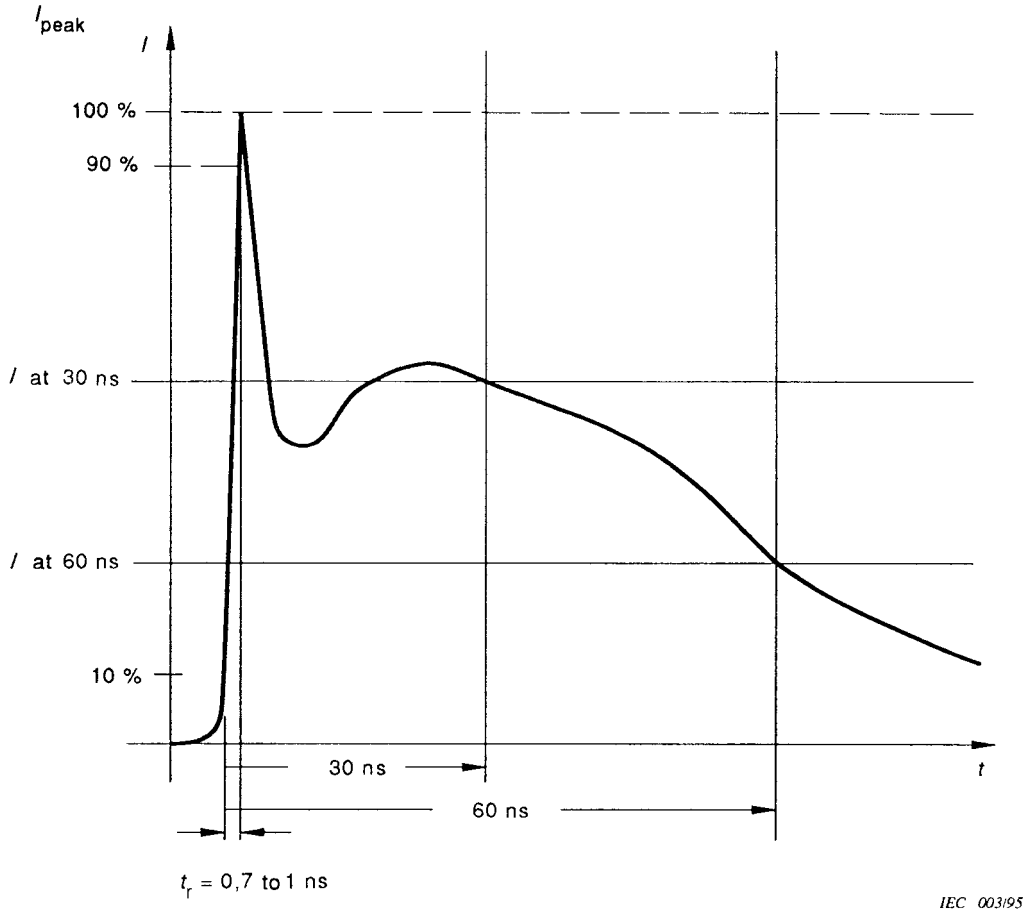


Figure 2 – Example of arrangement for verification of the ESD generator



Les valeurs sont données dans le tableau 2.

Figure 3 – Forme d'onde typique du courant de sortie du générateur de DES



Values are given in table 2.

Figure 3 – Typical waveform of the output current of the ESD generator

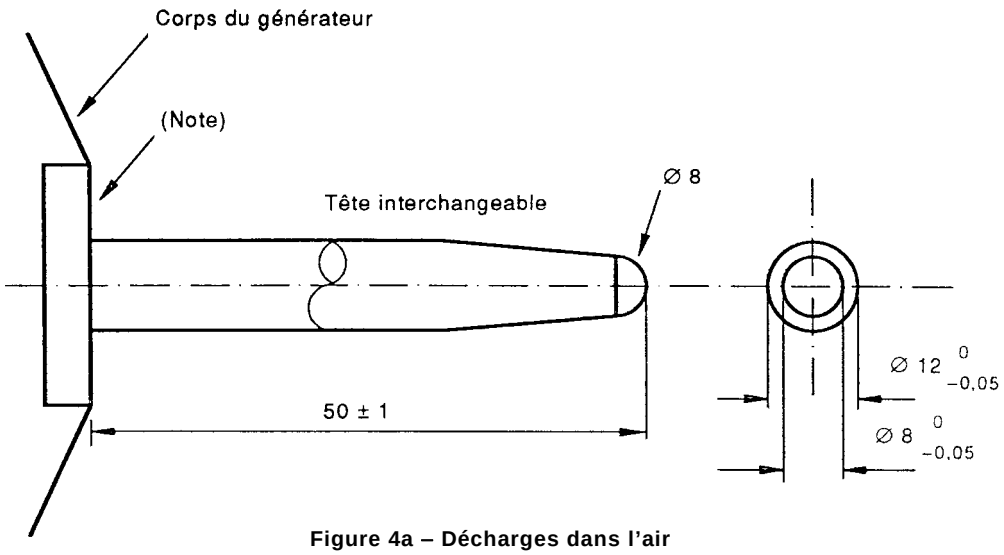


Figure 4a – Décharges dans l'air

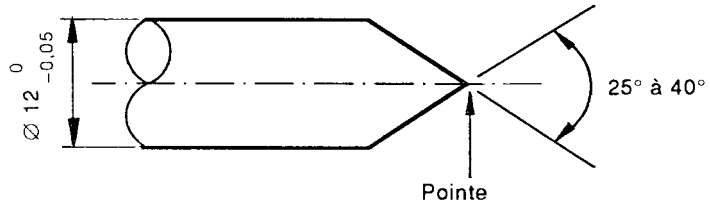


Figure 4b – Décharges au contact

IEC 004/95

Dimensions en millimètres

NOTE Le commutateur de décharge (par exemple relais à vide) doit être monté aussi près que possible de la tête de l'électrode de décharge.

Figure 4 – Electrodes de décharge du générateur de DES

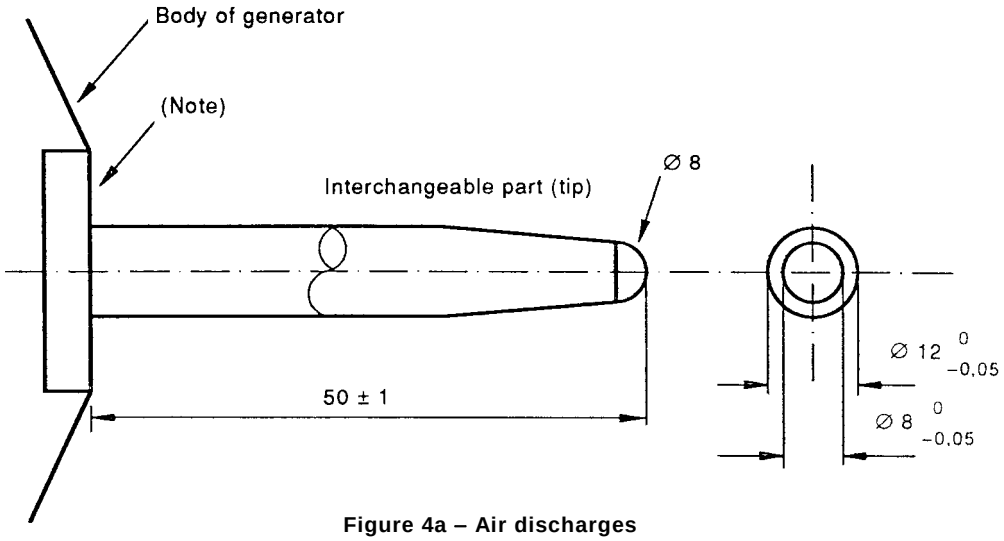


Figure 4a – Air discharges

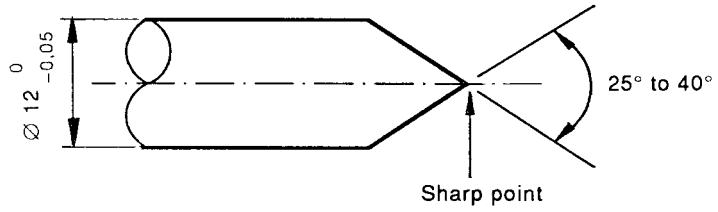


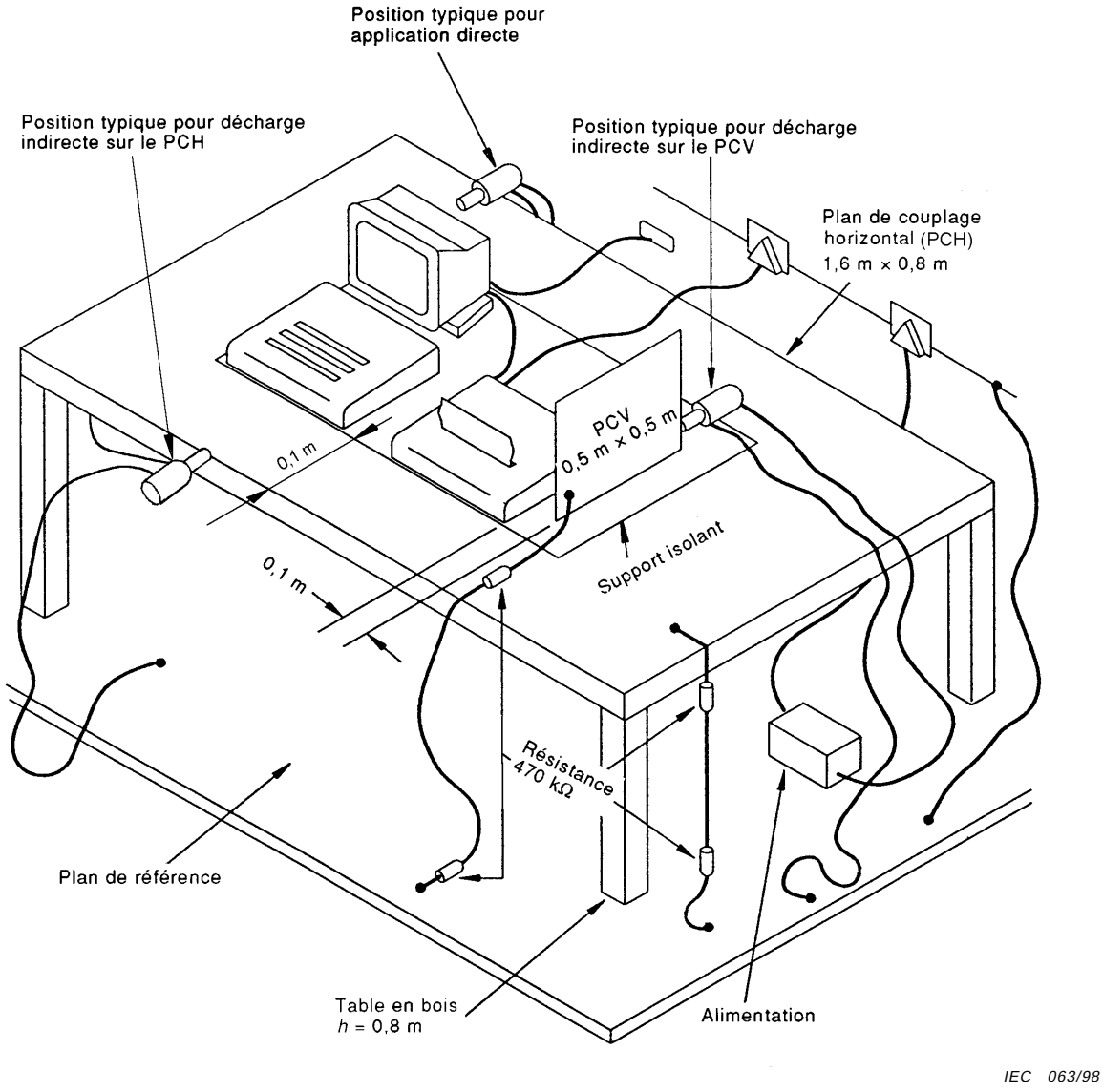
Figure 4b – Contact discharges

IEC 004/95

Dimensions in millimetres

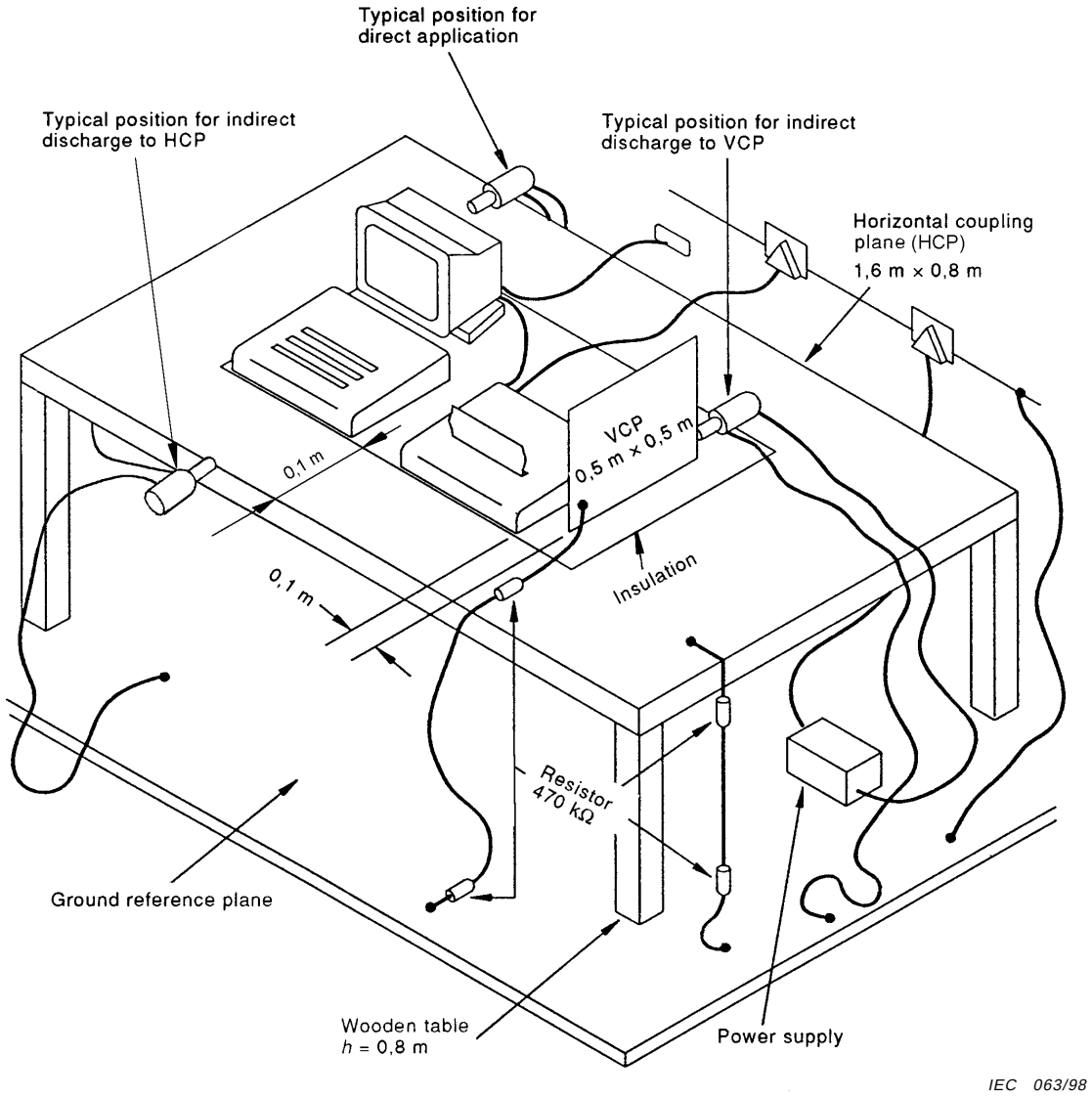
NOTE The discharge switch (e.g. vacuum relay) shall be mounted as close as possible to the tip of the discharge electrode.

Figure 4 – Discharge electrodes of the ESD generator



Dimensions en mètres

Figure 5 – Exemple d'installation d'essai pour matériel de table – Essais en laboratoire



Dimensions in metres

Figure 5 – Example of test set-up for table-top equipment – Laboratory tests

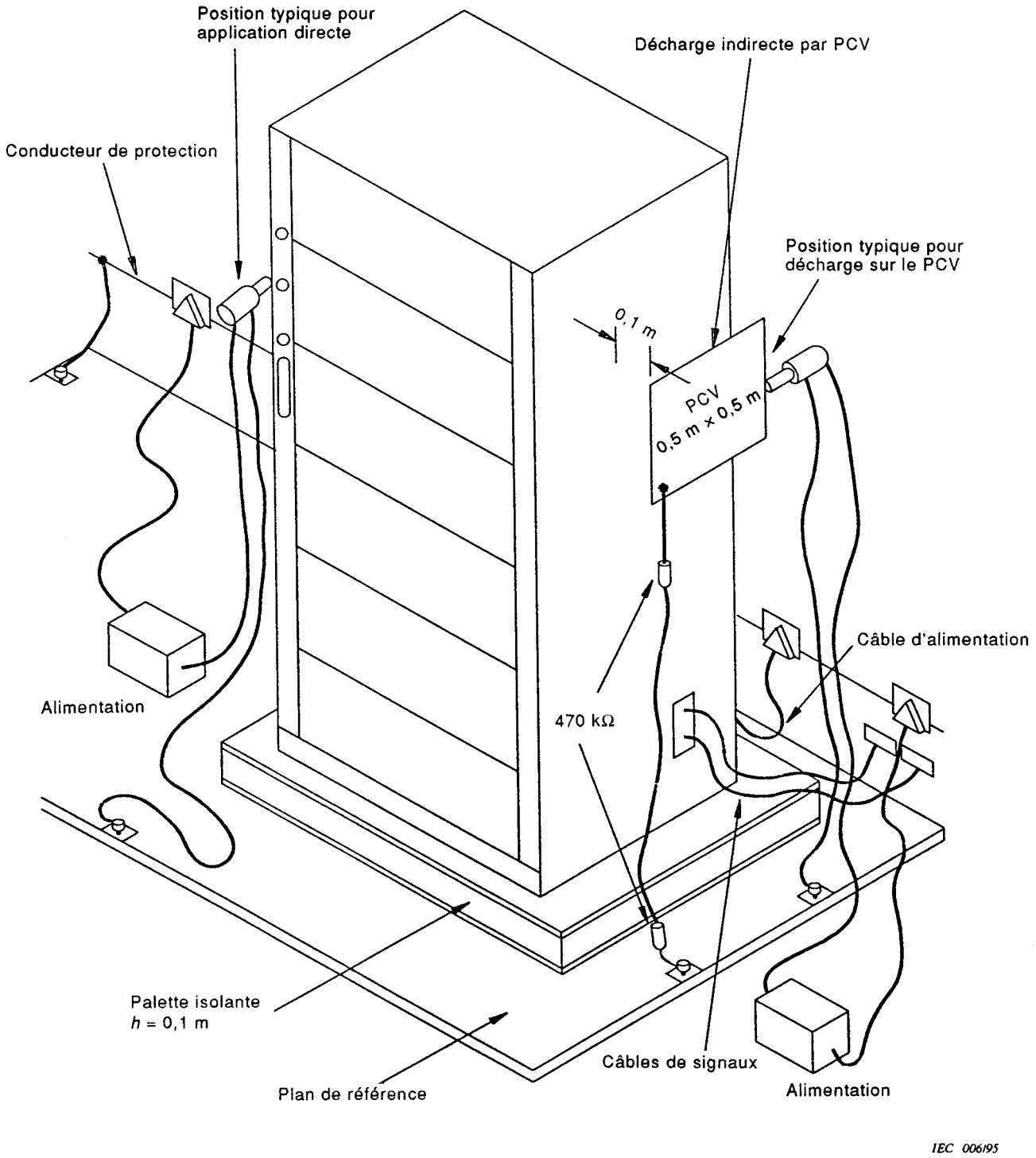


Figure 6 – Exemple d'installation d'essai pour matériels posés au sol, essais en laboratoire

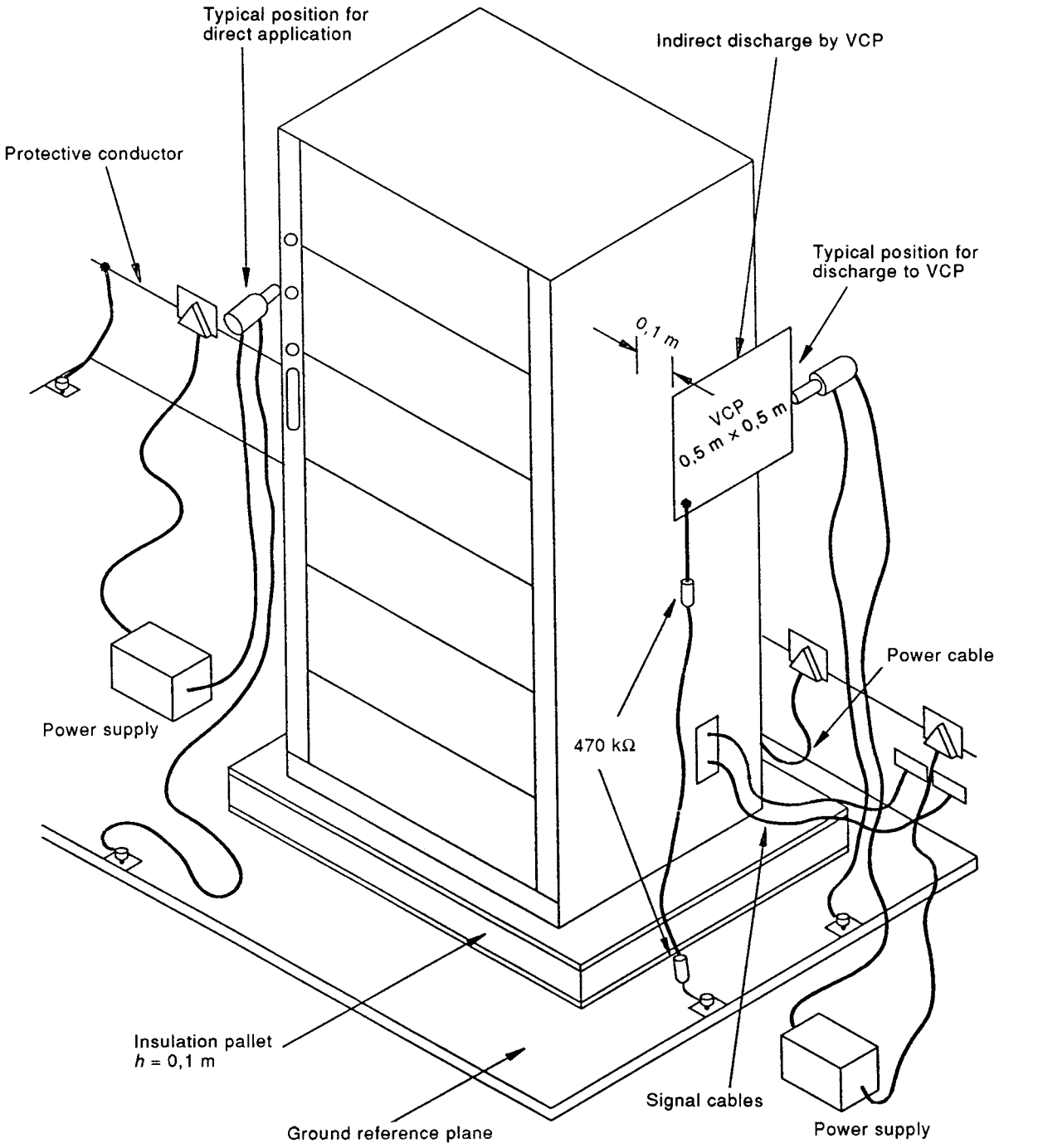


Figure 6 – Example of test set-up for floor-standing equipment, laboratory tests

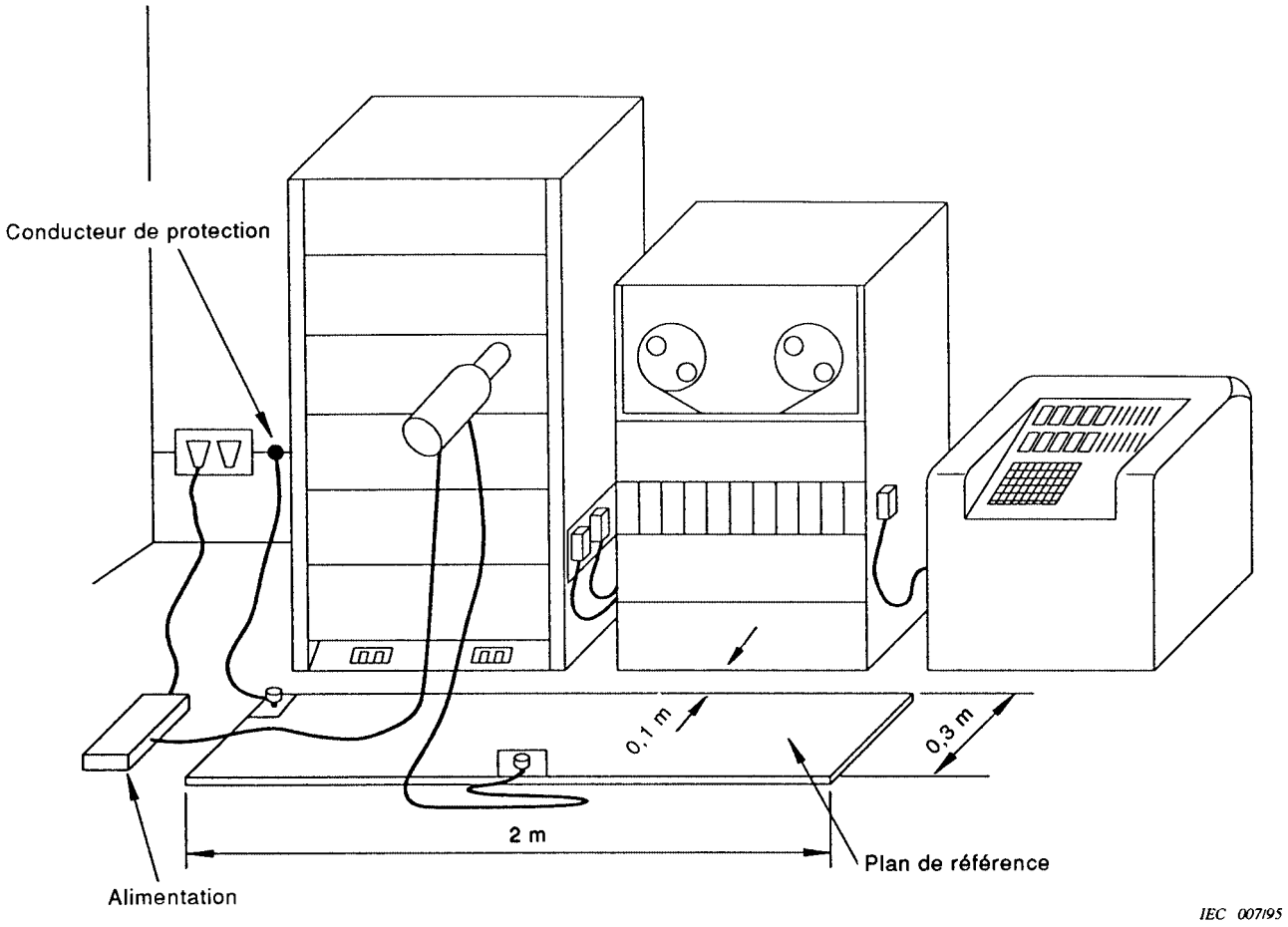


Figure 7 – Exemple d'installation d'essai pour matériels posés au sol, matériels installés

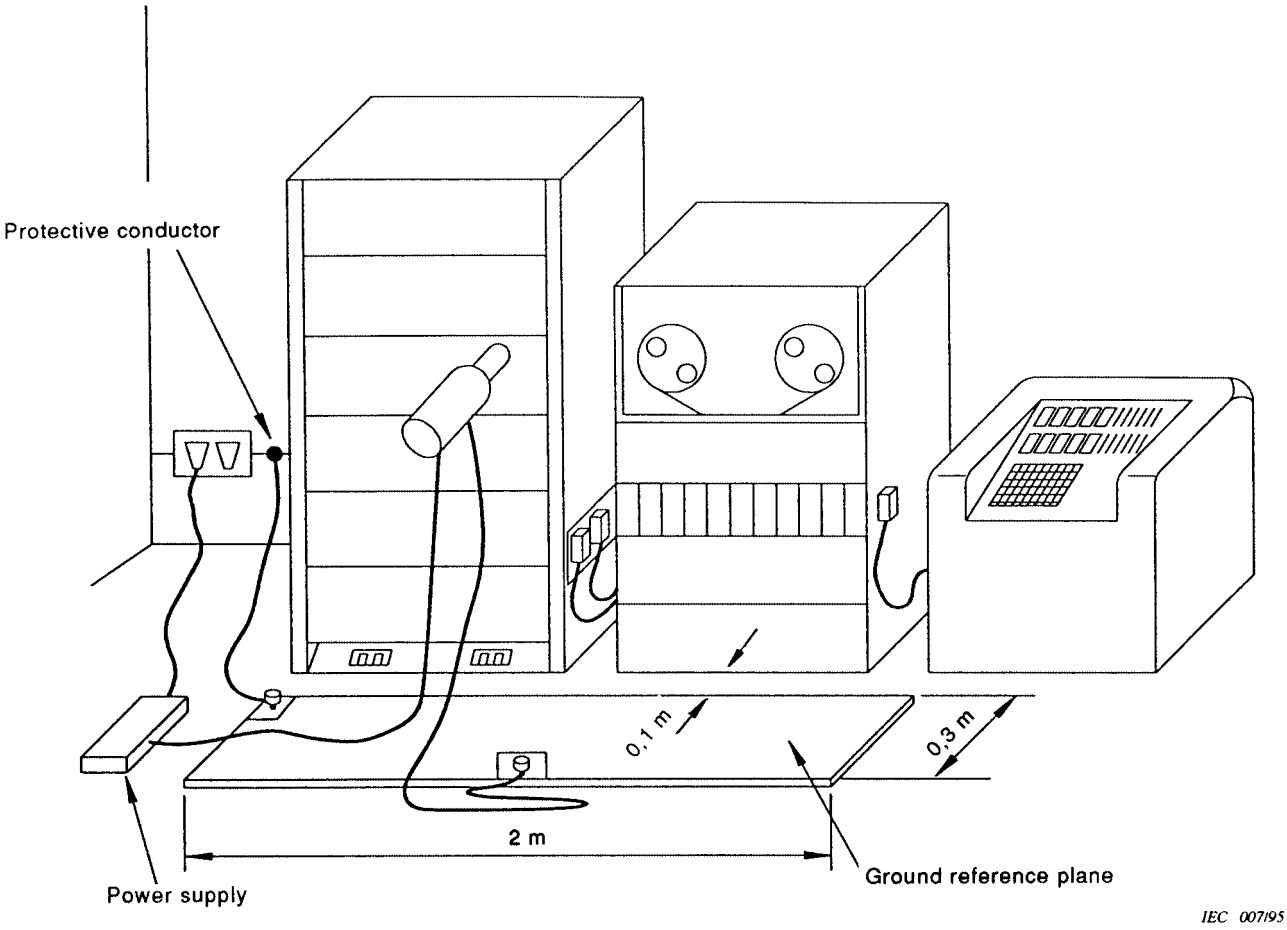


Figure 7 – Example of test set-up for floor-standing equipment, post-installation tests

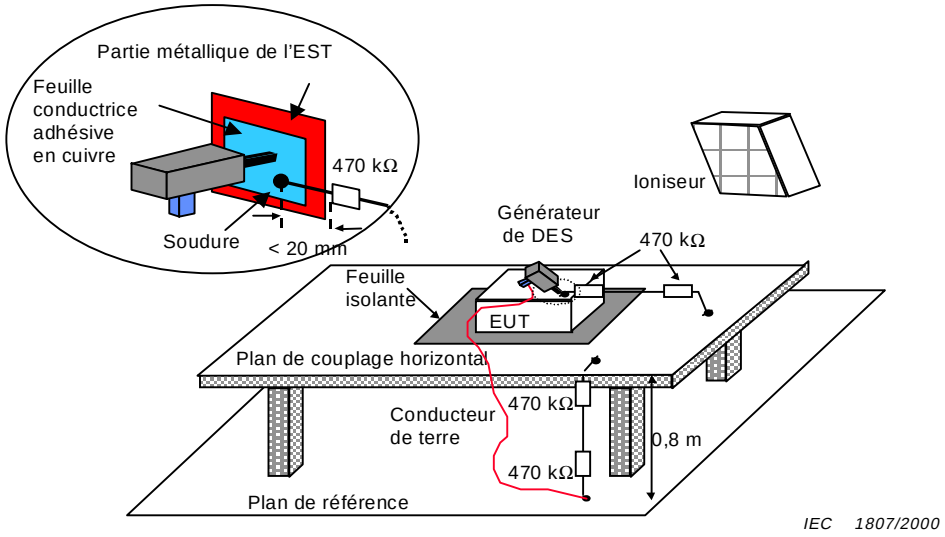


Figure 8 – Installation d'essai pour un matériel de table non raccordé à la terre

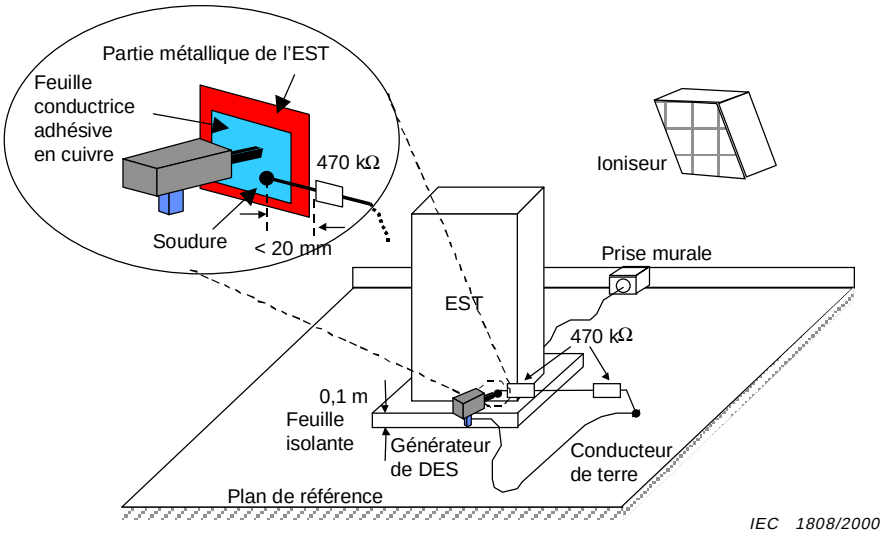


Figure 9 – Installation d'essai pour un matériel posé sur le sol, non raccordé à la terre

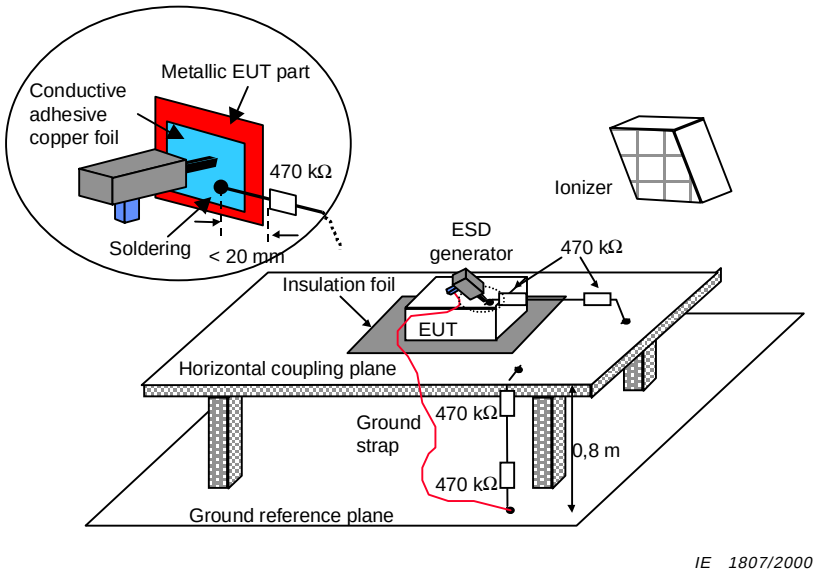


Figure 8 – Test set-up for ungrounded table-top equipment

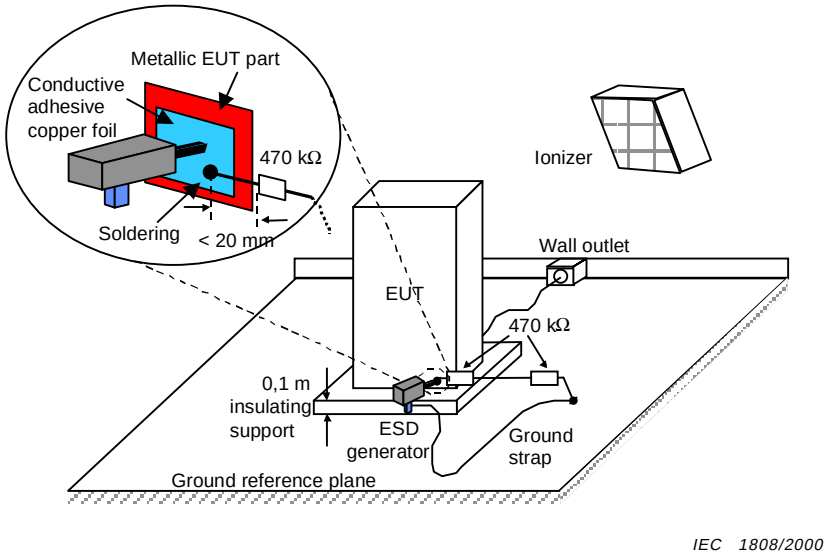


Figure 9 – Test set-up for ungrounded floor-standing equipment

Annexe A
(informative)

Notes explicatives

A.1 Considérations générales

Le problème de la protection des matériels contre les décharges d'électricité statique a pris une importance considérable pour les constructeurs et les utilisateurs.

L'utilisation intensive de composants micro-électroniques a accentué la nécessité de définir les aspects du problème et de chercher une solution permettant d'augmenter la fiabilité des systèmes et des produits.

Le problème de l'accumulation de l'électricité statique et des décharges qui en résultent devient plus critique dans les environnements non contrôlés et dans le cas d'une utilisation étendue de matériels et de systèmes dans le large éventail des sites industriels.

Le matériel peut également être soumis à des énergies électromagnétiques chaque fois que des décharges se produisent entre les opérateurs et les objets voisins. De plus, des décharges peuvent se produire entre des objets métalliques, comme les tables et les chaises, situés à proximité du matériel. Cependant, d'après les informations partielles dont on dispose aujourd'hui, on considère que les essais décrits dans la présente partie de la norme permettent de simuler de manière adéquate les effets de ce phénomène. Cet aspect doit faire l'objet d'investigations qui pourront conduire à une modification de la présente partie.

L'effet de la décharge d'un opérateur peut être un simple mauvais fonctionnement du matériel ou bien une détérioration de composants électroniques. Les effets prédominants sont fonctions des paramètres du courant de décharge (temps de montée, durée, etc.).

La connaissance du problème et la nécessité d'avoir un outil pour empêcher les effets indésirables dus à la décharge de l'électricité statique sur les matériels ont amorcé le développement d'une procédure d'essai normalisée, décrite dans la présente norme.

A.2 Influence des conditions d'environnement sur les niveaux de charge

L'apparition de charges électrostatiques est particulièrement favorisée par la combinaison de tissus synthétiques et d'une atmosphère sèche. Il existe de nombreuses variantes possibles dans le processus de charge. Une situation courante est celle d'un opérateur qui marche sur une moquette et qui, à chaque pas, échange des électrons entre son corps et le tissu. Le frottement entre les vêtements d'un opérateur et sa chaise peut aussi produire un échange de charges. Le corps de l'opérateur peut être chargé soit directement, soit par induction électrostatique. Dans ce dernier cas, une moquette conductrice ne fournira aucune protection à moins que l'opérateur ne soit correctement relié à la terre.

La représentation graphique de la figure A.1 montre les valeurs de tension auxquelles différents tissus peuvent être chargés en fonction de l'humidité relative de l'atmosphère.

Le matériel peut être soumis directement à des décharges ayant des valeurs de tension atteignant plusieurs kilovolts, et ce en fonction du type des tissus synthétiques et de l'humidité relative de l'environnement.

Annex A
(informative)

Explanatory notes

A.1 General considerations

The problem of protecting equipment against the discharge of static electricity has gained considerable importance for manufacturers and users.

The extensive use of microelectronic components has emphasized the need to define the aspects of the problem and to seek a solution in order to enhance products/system reliability.

The problem of static electricity accumulation and subsequent discharges becomes more relevant for uncontrolled environments and the widespread application of equipment and systems in a wide range of industrial plants.

Equipment may also be subjected to electromagnetic energies whenever discharges occur from personnel to nearby objects. Additionally, discharges can occur between metal objects, such as chairs and tables, in the proximity of equipment. However, based on limited experience available to date, it is considered that the tests described in this standard may adequately simulate the effects of the latter phenomenon. This aspect will be investigated and may lead to an amendment of this standard.

The effects of the operator discharge may be a simple malfunction of the equipment or damage of electronic components. The dominant effects can be attributed to the parameters of the discharge current (rise time, duration, etc.).

The knowledge of the problem and the necessity to have a tool to assist in the prevention of undesirable effects due to the discharge of static electricity on equipment, have initiated the development of the standard testing procedure described in this standard.

A.2 Influences of the environmental conditions on the levels of charge

The generation of electrostatic charges is especially favoured by the combination of synthetic fabrics and dry atmosphere. There are many possible variations in the charging process. A common situation is one in which an operator walks over a carpet and at each step loses or gains electrons from his body to the fabric. Friction between the operator's clothing and his chair can also produce an exchange of charges. The operator's body may be charged either directly or by electrostatic inductions; in the latter case a conducting carpet will give no protection unless the operator is adequately earthed to it.

The graphic representation of figure A.1 shows the voltage values to which different fabrics may be charged depending on the relative humidity of the atmosphere.

Equipment may be directly subjected to discharges of voltage values up to several kilovolts, depending on the type of synthetic fabric and the relative humidity of the environment.

A.3 Relation entre les niveaux d'environnement et les décharges au contact et dans l'air

Les niveaux de tension électrostatique déterminés dans les environnements d'utilisation ont été utilisés comme grandeur mesurable pour définir les exigences d'immunité. Cependant, il a été montré que le transfert d'énergie était une fonction du courant de décharge plutôt que (ou tout autant que) de la tension électrostatique existant avant la décharge. De plus, on a constaté que le courant de décharge était typiquement moins que proportionnel à la tension de prédécharge dans les gammes de niveaux plus élevés.

Les raisons possibles que l'on peut suggérer pour cette relation de non-proportionnalité entre la tension de prédécharge et le courant de décharge sont les suivantes:

– La décharge de charges à tension élevée doit se produire typiquement le long d'un arc long, ce qui augmente le temps de montée, et en conséquence les composantes spectrales élevées du courant de décharge varient moins que proportionnellement à la tension de prédécharge.

– Les niveaux élevés de tension se développent probablement plus dans une petite capacité, à supposer que la quantité de charge soit constante pour un événement typique de génération de charge. A l'inverse, les tensions de charge élevées dans de fortes capacités nécessiteraient un certain nombre d'événements de génération successifs qui ont moins de chances de se produire. Cela signifie que l'énergie de charge tend à devenir constante entre les tensions de charge élevées trouvées dans l'environnement d'utilisation.

En conclusion, on peut dire que les exigences d'immunité pour un environnement d'utilisation donné doivent être définies en termes d'amplitudes du courant de décharge.

Ce concept une fois admis, la conception du matériel d'essais est facilitée. Les compromis lors du choix de la tension de charge et de l'impédance de décharge du matériel d'essai peuvent être appliqués de manière à obtenir les amplitudes de courant de décharge désirées.

A.4 Choix des niveaux d'essais

Il est recommandé de choisir les niveaux d'essais en fonction des conditions d'environnement et d'installation les plus réalistes. Des conseils sont donnés au tableau A.1.

Tableau A.1 – Conseils pour le choix des niveaux d'essais

Classe	Humidité relative pouvant descendre jusqu'à %	Matériaux antistatiques	Matériaux synthétiques	Tension maximale kV
1	35	x		2
2	10	x		4
3	50		x	8
4	10		x	15

Les classes recommandées pour l'environnement et l'installation correspondent aux niveaux d'essais délimités à l'article 5 de la présente norme.

A.3 Relationship of environmental levels to air and contact discharge

As a measurable quantity, static voltage levels found in user environments have been applied to define immunity requirements. However, it has been shown that energy transfer is a function of the discharge current rather than, as well as, of the electrostatic voltage existing prior to the discharge. Further, it has been found that the discharge current typically is less than proportional to the pre-discharge voltage in the higher level ranges.

Possible reasons for non-proportional relationship between pre-discharge voltage and discharge current are:

– The discharge of high-voltage charges typically should occur through a long arcing path which increases the rise time, hence keeping the higher spectral components of the discharge current less than proportional to the pre-discharge voltage.
– High charge voltage levels will more likely develop across a small capacitance, assuming the amount of charge should be constant for a typical charge generation event. Conversely, high charge voltages across a large capacitance would need a number of successive generation events which is less likely to occur. This means that the charge energy tends to become constant between the higher charge voltages found in the user environment.

As a conclusion from the above, the immunity requirements for a given user environment need to be defined in terms of discharge current amplitudes.

Having recognized this concept, the design of the tester is eased. Trade-off in the choice of tester charge voltage and discharge impedance can be applied to achieve desired discharge current amplitudes.

A.4 Selection of test levels

The test levels should be selected in accordance with the most realistic installation and environmental conditions; a guideline is given in table A.1.

Table A.1 – Guideline for the selection of the test levels

Class	Relative humidity as low as %	Antistatic material	Synthetic material	Maximum voltage kV
1	35	x		2
2	10	x		4
3	50		x	8
4	10		x	15

The installation and environmental classes recommended are related to the test levels outlined in clause 5 of this standard.

Pour certains matériaux, par exemple le bois, le ciment et la céramique, le niveau probable n'excède pas 2.

NOTE Il est important, lors du choix du niveau approprié d'essai pour un environnement particulier, de comprendre les paramètres critiques de l'effet de DES.

Le paramètre le plus critique est probablement la vitesse de variation du courant de décharge, qui peut être obtenue à l'aide d'une variété de combinaisons de tensions de charge, de courants de décharge crête et de temps de montée.

Par exemple, la contrainte de DES exigée pour l'environnement des matériaux synthétiques à 15 kV est couverte plus que largement par l'essai à 8 kV/30 A classe 4 en utilisant une décharge au contact, avec le générateur de DES défini dans la présente norme.

Cependant dans un environnement sec avec des matériaux synthétiques, des tensions supérieures à 15 kV peuvent apparaître.

Lorsque le matériel d'essai a des surfaces isolantes, on peut utiliser la méthode de décharge dans l'air avec des tensions allant jusqu'à 15 kV.

A.5 Choix des points d'essai

Les points d'essai à considérer peuvent, par exemple, comprendre les emplacements suivants lorsque cela est applicable:

– points situés sur des sections métalliques d'armoire isolées par rapport au sol;
– tout point de la zone de commande ou du clavier et tout point relatif à la communication homme-machine, tel que commutateurs, boutons et autres zones accessibles par l'opérateur;
– indicateurs, DEL, fentes, grilles, capots de bornes, etc.

A.6 Raisons techniques de l'utilisation de la méthode de décharge au contact

D'une manière générale, la reproductibilité de l'ancienne méthode d'essai (décharge dans l'air) était influencée par, entre autres, la vitesse d'approche de la tête de décharge, l'humidité et la construction du matériel d'essai, ce qui pouvait conduire à des variations du temps de montée du front et de l'amplitude du courant de décharge.

Dans les appareils d'essai de DES utilisés précédemment, le phénomène de DES était simulé par la décharge sur l'EST d'une capacité préalablement chargée, au travers d'une tête de décharge, celle-ci formant un éclateur avec la surface de l'EST.

En fait l'étincelle est un phénomène physique très compliqué. Des expériences ont montré qu'en utilisant une distance de décharge évolutive, on faisait varier le courant de décharge entre moins de 1 ns et plus de 20 ns, lorsque la vitesse d'approche variait.

Une vitesse d'approche constante ne donne pas nécessairement un temps de montée constant. Pour certaines combinaisons tension/vitesse, le temps de montée varie dans un rapport pouvant aller jusqu'à 30.

Une méthode proposée pour stabiliser le temps de montée consiste à utiliser une distance de décharge fixée mécaniquement. Bien que cette méthode permette de stabiliser le temps de montée, elle ne peut être recommandée car le temps de montée obtenu est beaucoup plus long que le temps de montée de l'événement naturel simulé.

For some materials, for example wood, concrete and ceramic, the probable level is not greater than level 2.

NOTE It is important, when considering the selection of an appropriate test level for a particular environment, to understand the critical parameters of the ESD effect.

The most critical parameter is perhaps the rate of change of discharge current which may be obtained through a variety of combinations of charging voltage, peak discharge current and rise time.

For example, the required ESD stress for the 15 kV synthetic material environment is more than adequately covered by the 8 kV/30 A class 4 test using the ESD generator contact discharge defined in this standard.

However, in a very dry environment with synthetic materials, higher voltages than 15 kV occur.

In the case of testing equipment with insulating surfaces, the air discharge method with voltages up to 15 kV may be used.

A.5 Selection of test points

The test points to be considered may, for example, include the following locations as applicable:

– points on metallic sections of a cabinet which are electrically isolated from ground;
– any point in the control or keyboard area and any other point of man-machine communication, such as switches, knobs, buttons, and other operator-accessible areas;
– indicators, LEDs, slots, grilles, connector hoods, etc.

A.6 Technical rationale for the use of the contact discharge method

In general the reproducibility of the previous test method (air discharge) was influenced by, for example, the speed of approach of the discharge tip, humidity, and construction of the test equipment, leading to variations in pulse rise time and magnitude of the discharge current.

In previous designs of ESD testers, the ESD event was simulated by discharging a charged capacitor through a discharge tip onto the EUT, the discharge tip forming a spark gap at the surface of the EUT.

The spark is a very complicated physical phenomenon. It has been shown that with a moving spark gap the resulting rise time (or rising slope) of the discharge current can vary from less than 1 ns and more than 20 ns, as the approach speed is varied.

Keeping the approach speed constant does not result in constant rise time. For some voltage/speed combinations, the rise time still fluctuates by a factor of up to 30.

One proposed way to stabilize the rise time is to use a mechanically fixed spark gap. Although the rise time is stabilized with this method, it cannot be recommended because the resulting rise time is much slower than the rise time of the natural event to be simulated.

Les composantes à hautes fréquences de la DES réelle ne peuvent être reproduites par cette méthode. Une autre possibilité consiste à utiliser divers types de dispositifs de déclenchement (par exemple, tubes à gaz ou thyratrons) à la place de l'étincelle, mais ces types de dispositifs de déclenchement donnent des temps de montée qui sont encore inférieurs aux temps de montée de la DES réelle.

Le seul dispositif de déclenchement connu aujourd'hui, qui soit capable de produire des courants de décharge rapides et répétés est le relais. Celui-ci doit avoir une tension de tenue suffisante et un contact isolé (pour éviter des décharges doubles dans la partie montante). Pour des tensions plus élevées, on peut utiliser profitablement des relais à vide. L'expérience montre que l'utilisation de relais comme dispositifs de déclenchement permet d'obtenir non seulement des formes de front plus reproductibles dans la partie montante, mais aussi des résultats d'essais plus reproductibles avec des EST réels.

En conséquence, le matériel d'essai d'impulsions commandé par relais permet d'obtenir une impulsion de courant spécifiée (en amplitude et en temps de montée).

Ce courant est relié à la tension réelle de DES, comme cela est décrit à l'article A.3 ci-dessus.

A.7 Choix des éléments pour le générateur de DES

On doit utiliser un condensateur d'accumulation qui soit représentatif de la capacité du corps humain. On a déterminé qu'une valeur de 150 pF était adaptée à cet effet.

Une résistance de 330 Ω a été choisie pour représenter la résistance source d'un homme tenant un objet métallique tel qu'une clé ou un outil. On a montré que cette situation de décharge via un objet métallique était suffisamment sévère pour représenter toutes les décharges dues à un corps humain pouvant se produire sur site.

The high-frequency content of the real ESD event is not properly simulated with this method. Using various types of triggering devices (e.g. gas tubes or thyratrons) instead of the open spark, is another possibility, but such kinds of triggering devices produce rise times which are still too low compared to the rise times of the real ESD event.

The only triggering device known today which is able to produce repeatable and fast rising discharge currents is the relay. The relay should have sufficient voltage capability and a single contact (to avoid double discharges in the rising part). For higher voltages, vacuum relays prove to be useful. Experience shows that by using a relay as the triggering device, not only the measured discharge pulse shape is much more repeatable in its rising part, but also the test results with real EUTs are more reproducible.

Consequently the relay-driven impulse tester is a device that produces a specified current pulse (amplitude and rise time).

This current is related to the real ESD voltage, as described in clause A.3.

A.7 Selection of elements for the ESD generator

A storage capacitance shall be used which is representative of the capacitance of the human body. A nominal value of 150 pF has been determined suitable for this purpose.

A resistance of 330 Ω has been chosen to represent the source resistance of a human body holding a metallic object such as a key or tool. It has been shown that this metal discharge situation is sufficiently severe to represent all human discharges in the field.

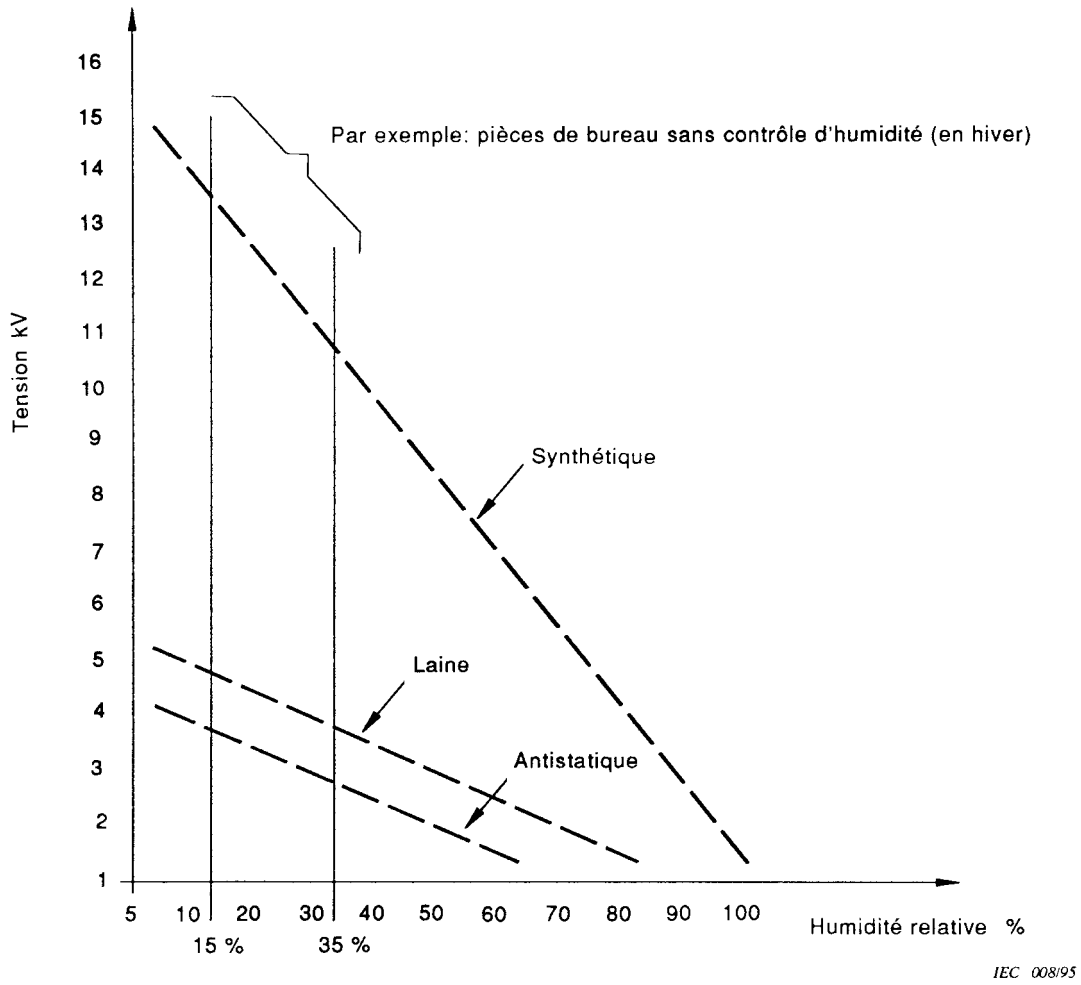


Figure A.1 – Valeurs maximales des tensions électrostatiques auxquelles les opérateurs peuvent être chargés lorsqu'ils sont en contact avec les matériaux mentionnés à l'article A.2

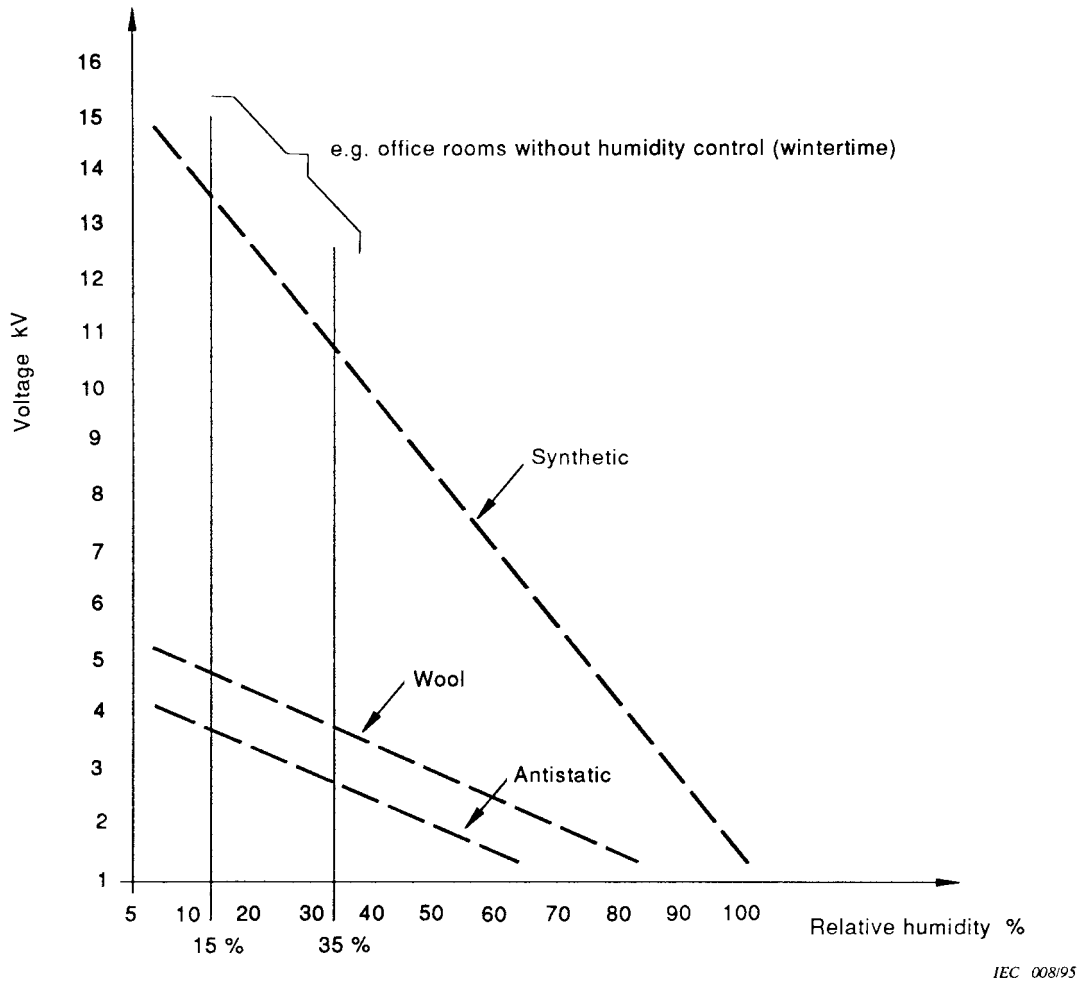


Figure A.1 – Maximum values of electrostatic voltages to which operators may be charged while in contact with the materials mentioned in clause A.2

Annexe B
(informative)

Détails de construction

B.1 Détecteur de courant

Les détails de construction d'un type possible de détecteur de courant sont donnés dans les figures B.1 à B.7 ci-après.

Il y a lieu de suivre la séquence d'assemblage suivante:

1) Souder les 25 résistances de charge «7» (51 Ω, 5 %, 0,25 W) sur le disque «3» côté sortie et araser les bornes soudées.
2) Souder les 5 résistances d'adaptation «8» (240 Ω, 5 %, 0,25 W) suivant une disposition pentagonale sur le connecteur de sortie, connecteur coaxial de type N.
3) Assembler le disque «3» côté sortie, complet avec les résistances de charge, sur la collerette du connecteur de sortie «1» avec 3 vis M2,5 à tête cylindrique à dépouille de 6,5 mm de long.
4) Assembler le connecteur de sortie, complet avec les résistances d'adaptation, «8» sur la collerette du connecteur de sortie «1» à l'aide de 4 vis M3.
5) Souder le disque d'entrée «4» avec le support d'électrode «6» vissé et soudé, sur le groupe des résistances de charge et d'adaptation. Araser les bornes soudées.
6) Visser le disque plat d'électrode «5» sur le support vissé de l'électrode «6», puis assembler le support de fixation «2» au moyen de 8 vis M3 à tête cylindrique à dépouille de 6,5 mm de long.

B.2 Sonde inductive de courant

La description et les détails de construction sont à l'étude.

Annex B
(informative)

Constructional details

B.1 Current-sensing transducer

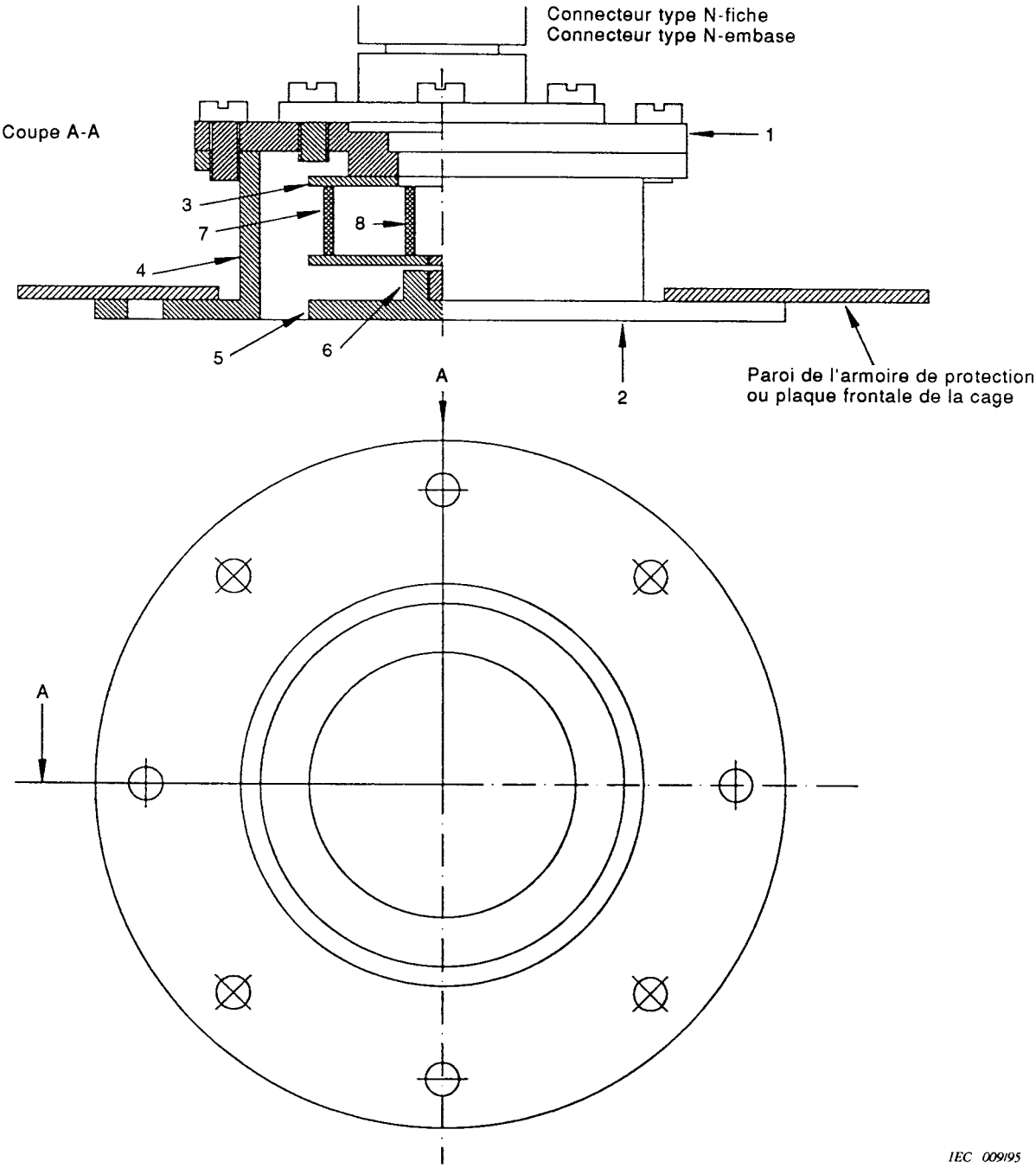
The constructional details for a possible current-sensing transducer are shown in the figures B.1 to B.7.

The following sequence of assembly should be followed:

1) Solder the 25 load resistors "7" (51 Ω, 5 %, 0,25 W) onto the output side disc "3" and shave the soldered terminals.
2) Solder the 5 matching resistors "8" (240 Ω, 5 %, 0,25 W) in a pentagonal disposition onto the output connector, of Type N coaxial construction.
3) Assemble the output side disc "3", complete with load resistors, onto the output connector flange "1" using 4 screws M2,5 Pan Hd 6,5 mm long.
4) Assemble the output connector complete with matching resistors, "7" onto the output connector flange "1" using 4 screws M3.
5) Solder the input disc "4", with the screw support for electrode "6" screwed and soldered, on both the load and matching resistors group. Shave the soldered terminals.
6) Screw the flat electrode disc "5" on the screw support for electrode "6", then assemble the support for fixing "2" using 8 screws M3 Pan Hd 6,5 mm long.

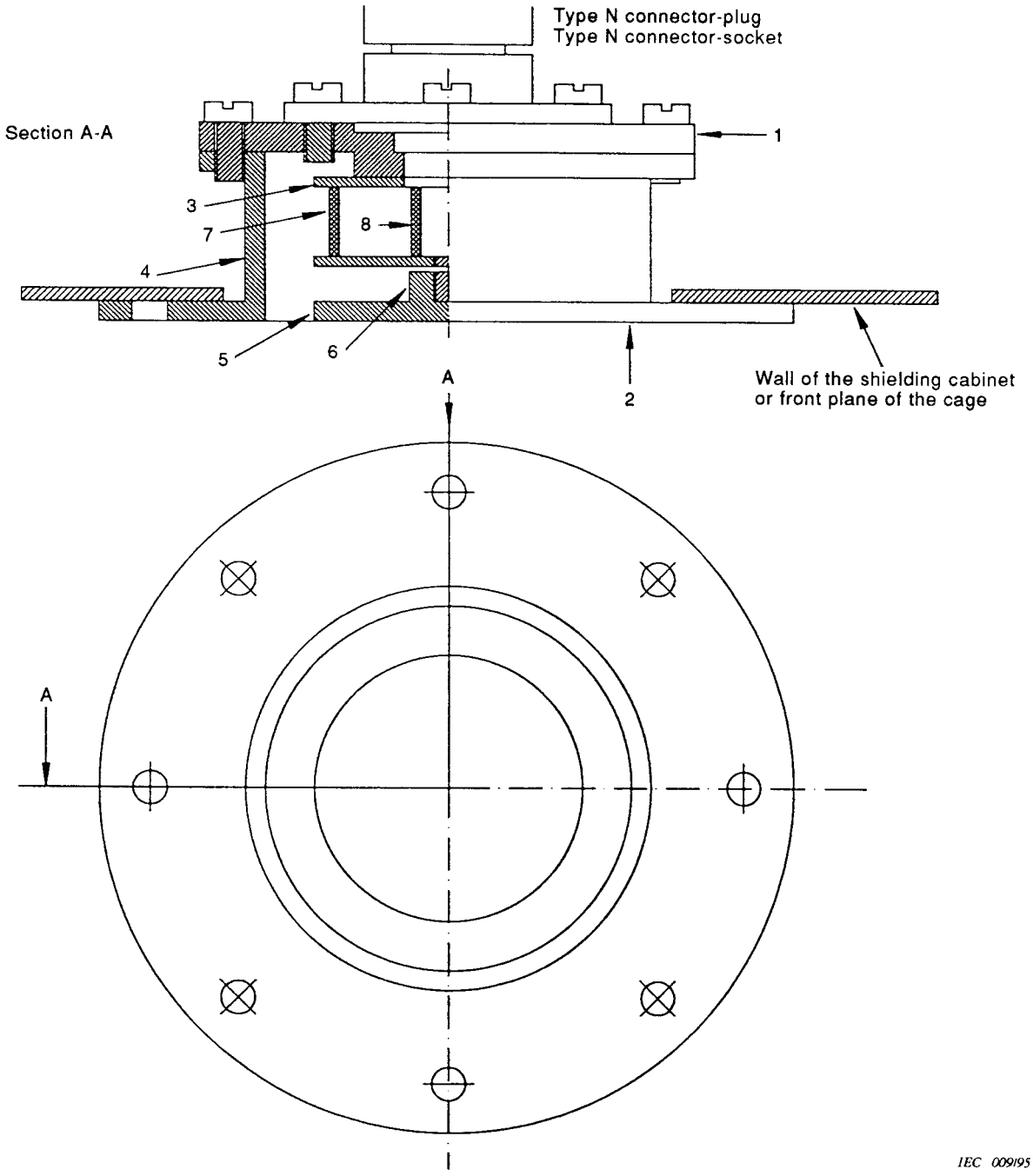
B.2 Inductive current probe

Description and constructional details are under consideration.



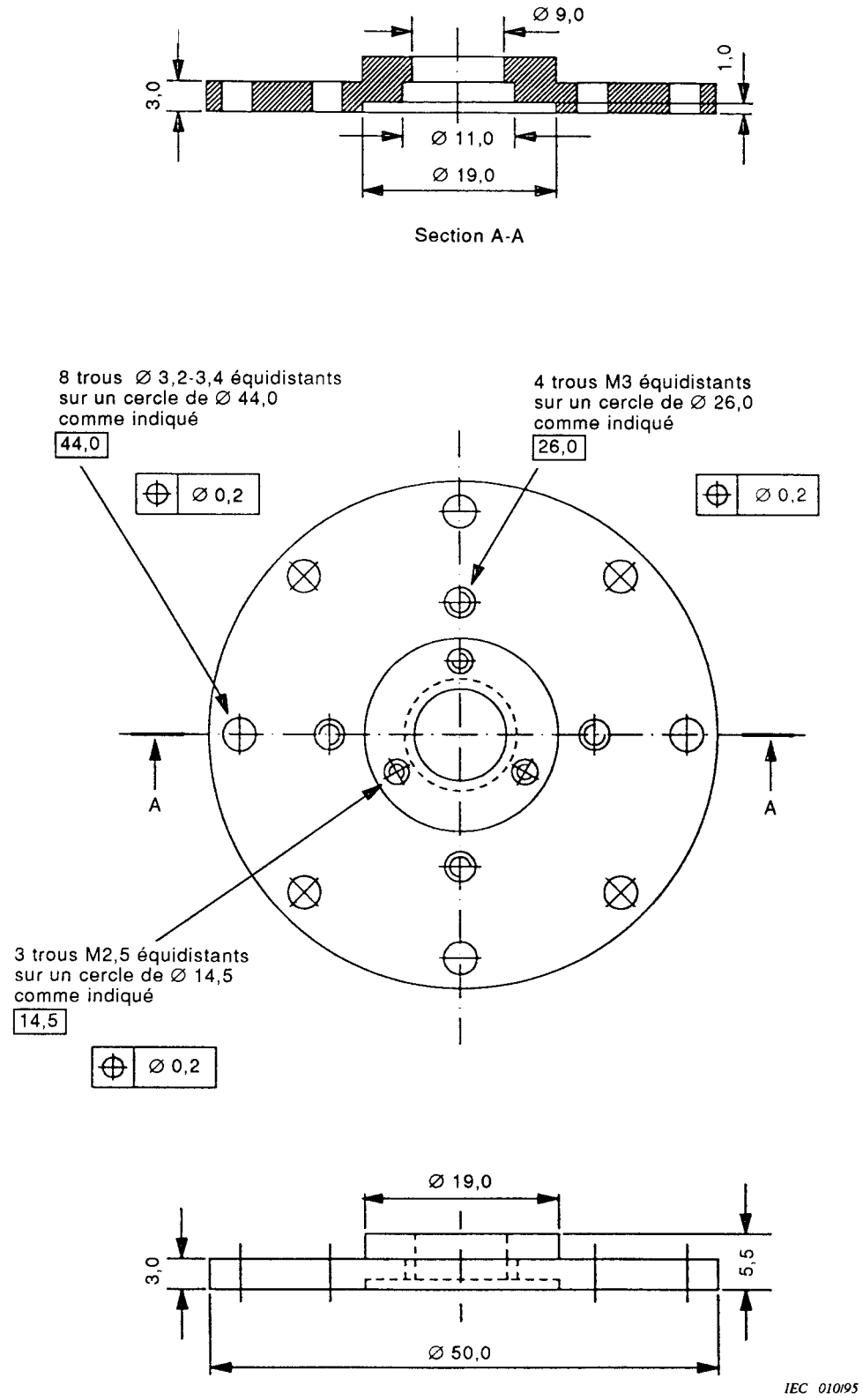
Pièce	Nb	Boulons	Nb
1	1	M3 PAN HD SC × 6,5 mm LG	12
2	1		
3	1		
4	1		
5	1	M2,5 PAN HD SC × 5,0 mm LG	3
6	1		
7	25	Résistance 51 Ω	
8	5	Résistance 240 Ω	

Figure B.1 – Détails de construction de la charge résistive



Item	Qty	Screws	QTY
1	1	M3 PAN HD SC × 6,5 mm LG	12
2	1		
3	1		
4	1		
5	1	M2,5 PAN HD SC × 5,0 mm LG	3
6	1		
7	25	Resistor 51 Ω	
8	5	Resistor 240 Ω	

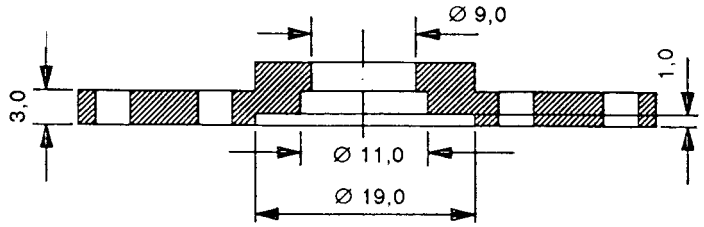
Figure B.1 – Construction details of the resistive load



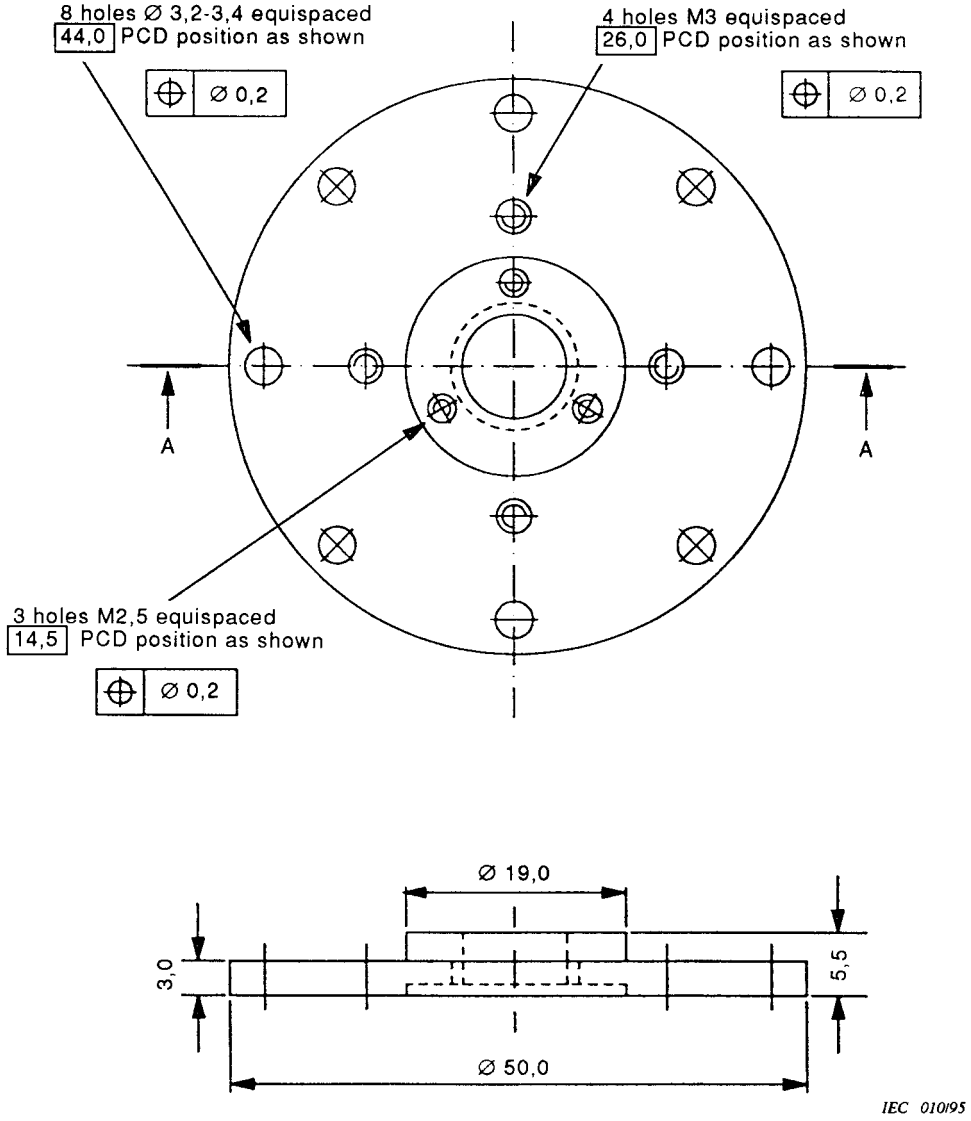
Dimensions en millimètres

Matériau et finition: cuivre ou laiton plaqué argent

Figure B.2



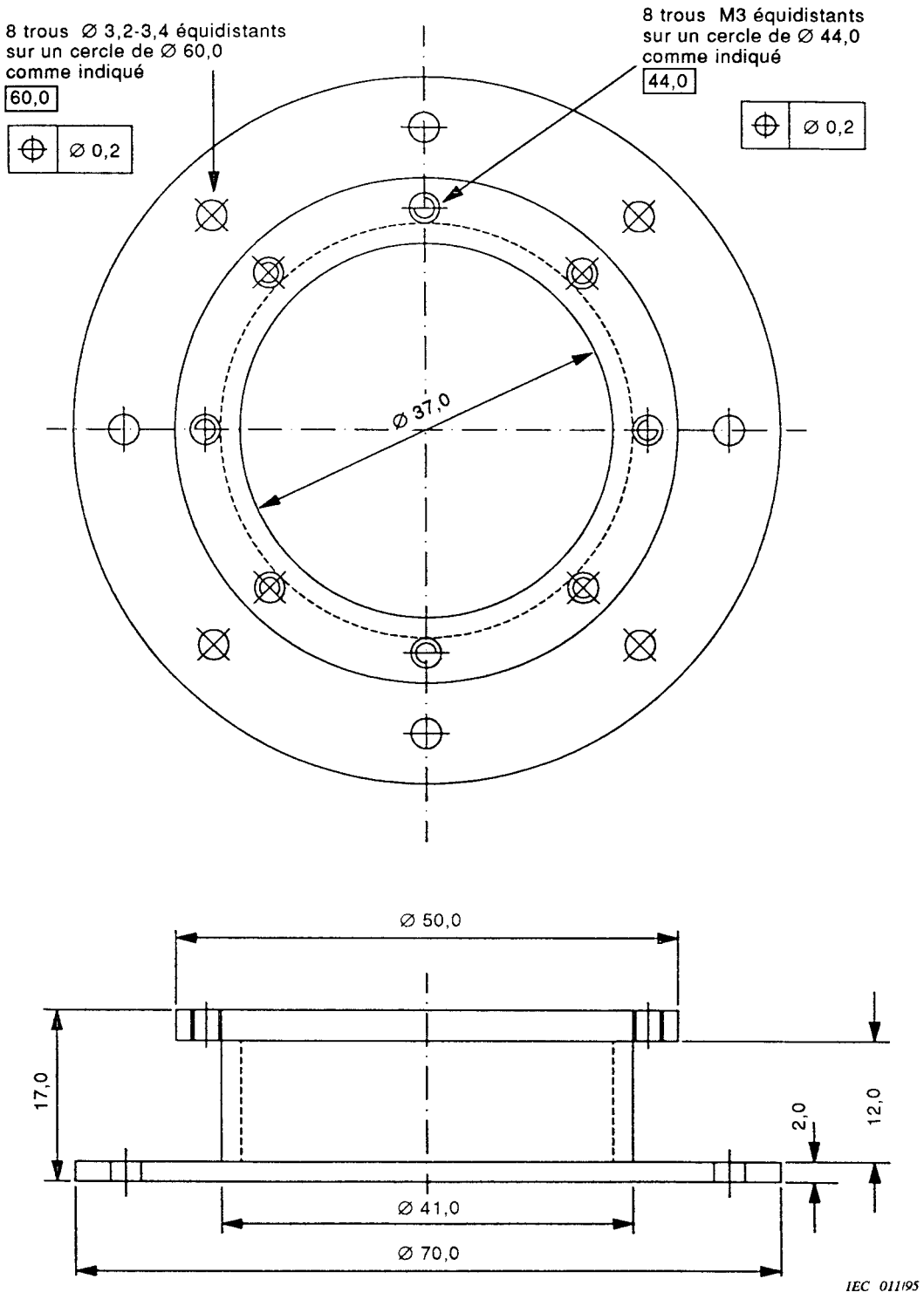
Section A-A



Dimensions in millimetres

Material and finish: silver-plated copper or silver-plated brass

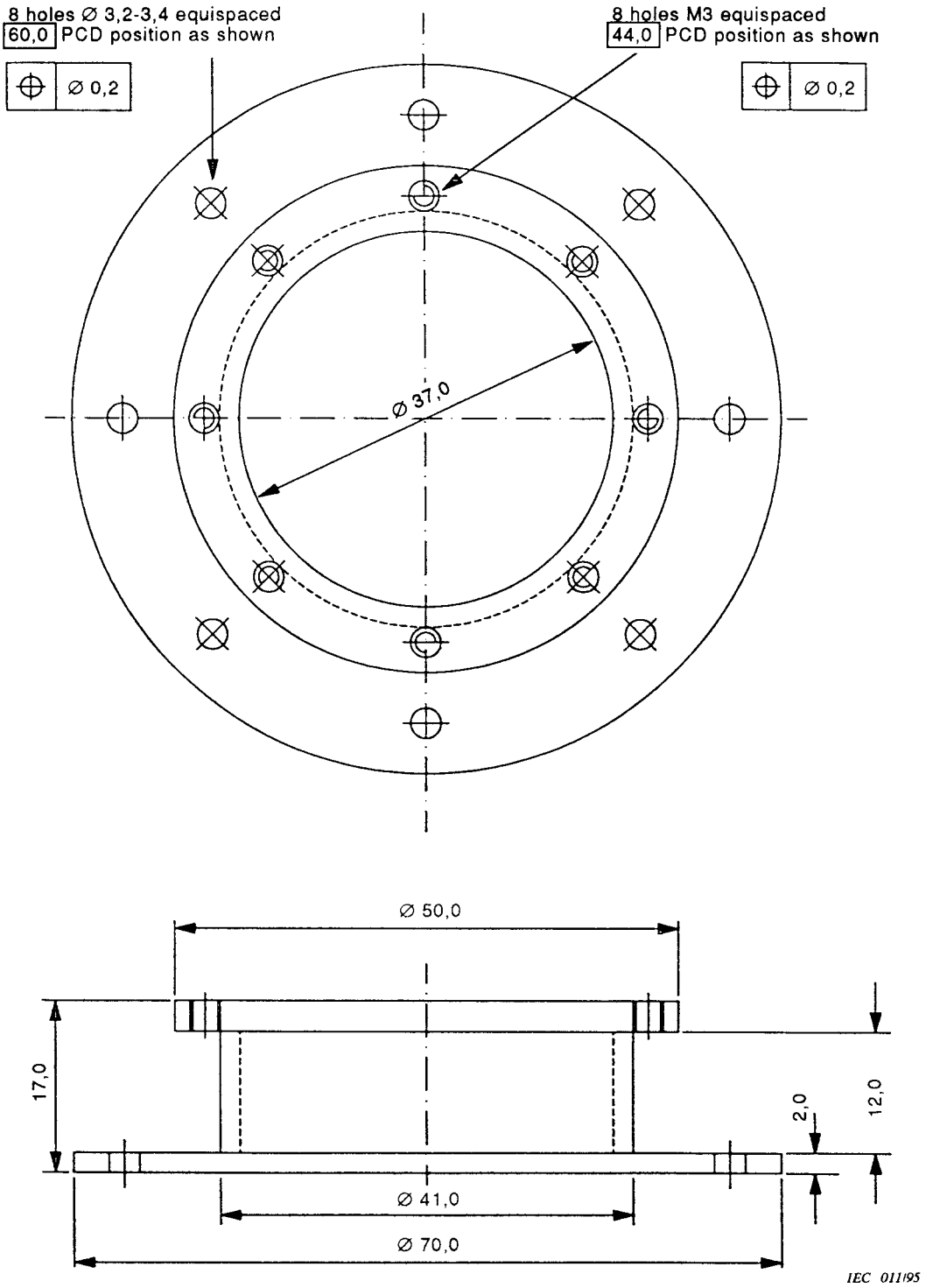
Figure B.2



Dimensions en millimètres

Matériau et finition: cuivre ou laiton plaqué argent

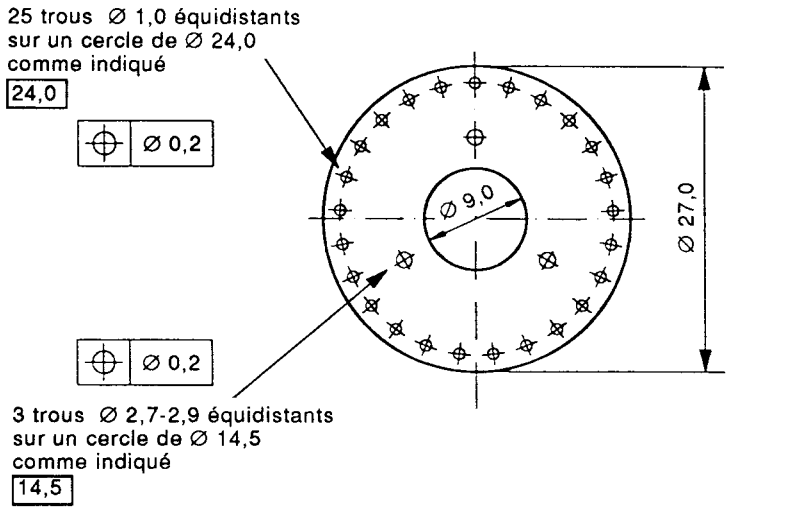
Figure B.3



Dimensions in millimetres

Material and finish: silver-plated copper or silver-plated brass

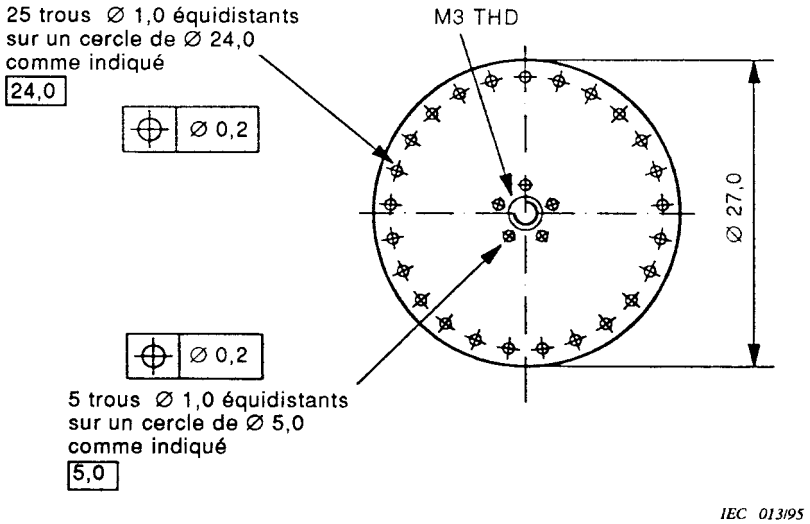
Figure B.3



Dimensions en millimètres

Matériau et finition: cuivre ou laiton plaqué argent de 1 mm d'épaisseur

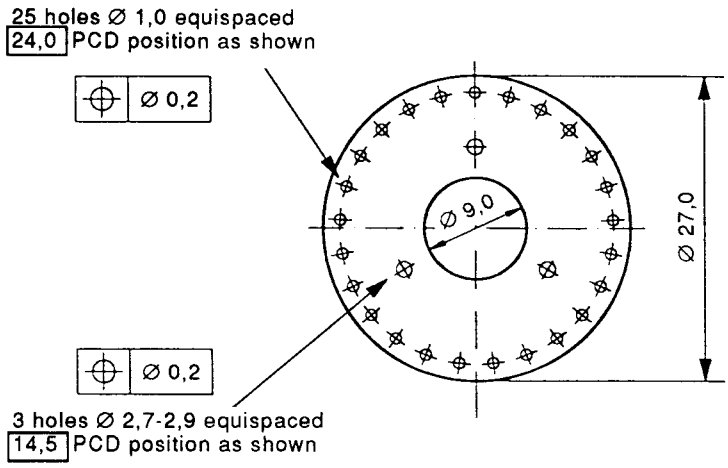
Figure B.4



Dimensions en millimètres

Matériau et finition: cuivre ou laiton plaqué argent de 1 mm d'épaisseur

Figure B.5

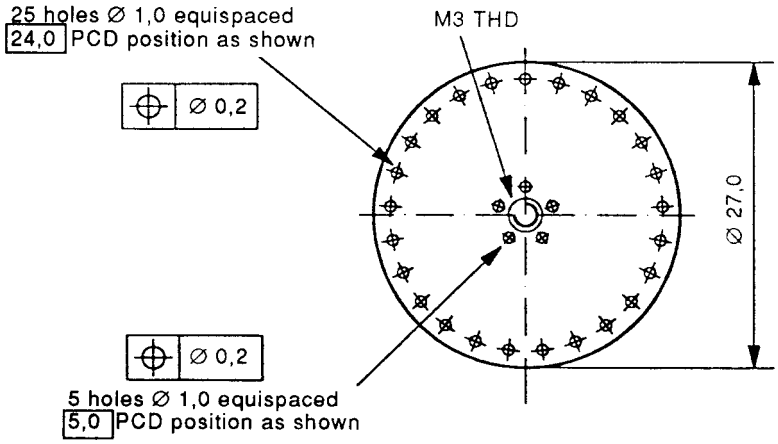


IEC 012/95

Dimensions in millimetres

Material and finish: silver-plated copper or silver-plated brass 1 mm thick

Figure B.4

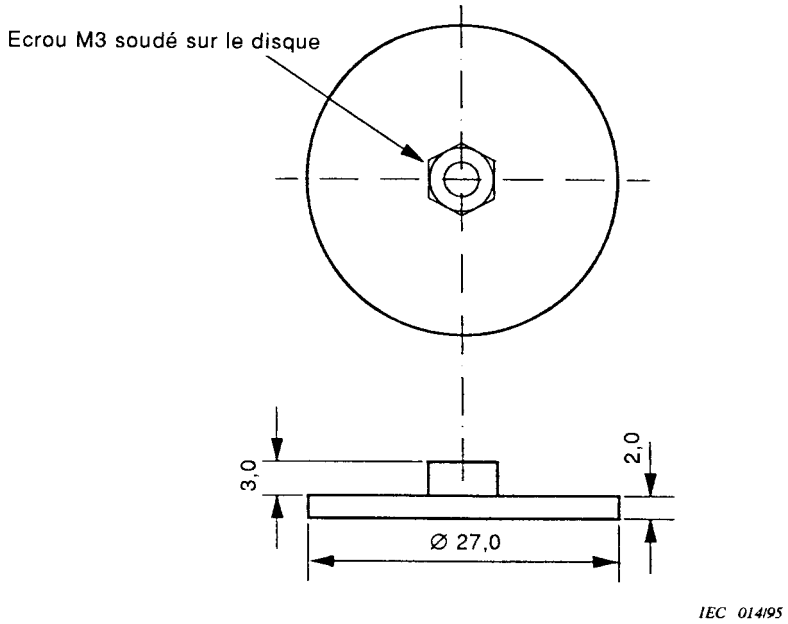


IEC 013/95

Dimensions in millimetres

Material and finish: silver-plated copper or silver-plated brass 1 mm thick

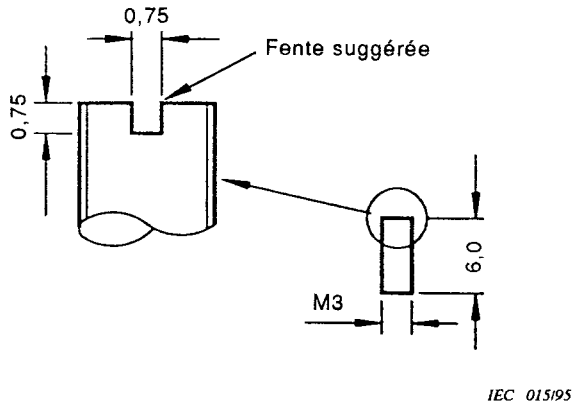
Figure B.5



Dimensions en millimètres

Matériau et finition: cuivre ou laiton plaqué argent

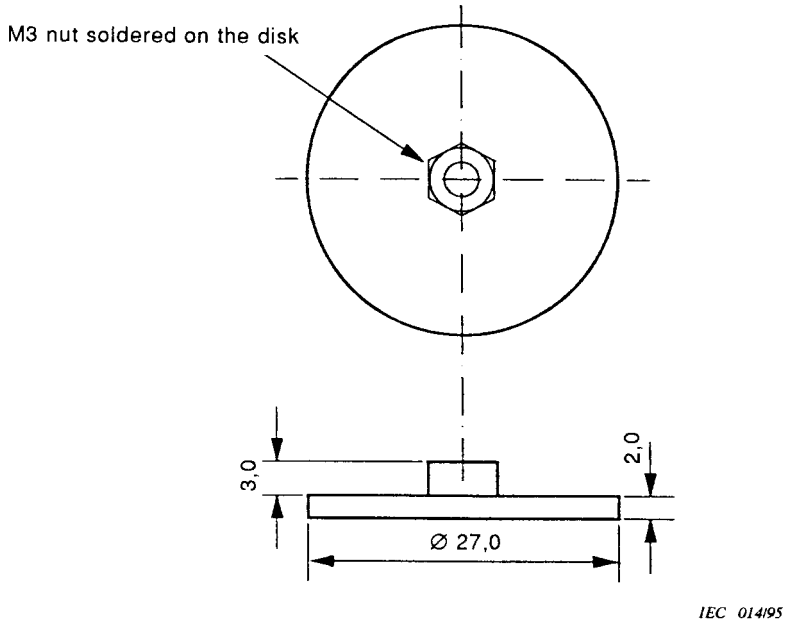
Figure B.6



Dimensions en millimètres

Matériau et finition: cuivre ou laiton plaqué argent

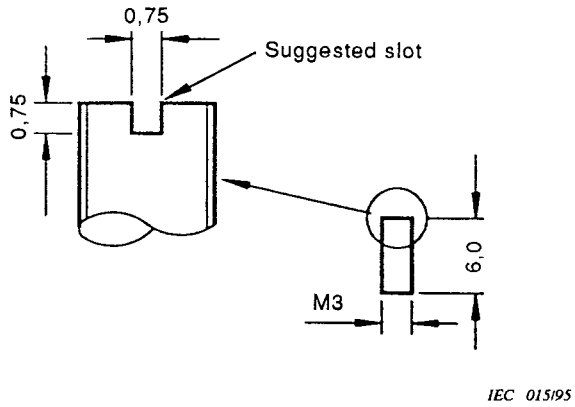
Figure B.7



Dimensions in millimetres

Material and finish: silver-plated copper or silver-plated brass

Figure B.6



Dimensions in millimetres

Material and finish: silver-plated copper or silver-plated brass

Figure B.7

Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC**/CSC at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 GENEVA 20
Switzerland

Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: *(e.g. 60601-1-1)*

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard *(tick all that apply).* I am the/a:

purchasing agent ❑
librarian ❑
researcher ❑
design engineer ❑
safety engineer ❑
testing engineer ❑
marketing specialist ❑
other.....

Q3 I work for/in/as a: *(tick all that apply)*

manufacturing ❑
consultant ❑
government ❑
test/certification facility ❑
public utility ❑
education ❑
military ❑
other.....

Q4 This standard will be used for: *(tick all that apply)*

general reference ❑
product research ❑
product design/development ❑
specifications ❑
tenders ❑
quality assessment ❑
certification ❑
technical documentation ❑
thesis ❑
manufacturing ❑
other.....

Q5 This standard meets my needs: *(tick one)*

not at all ❑
nearly ❑
fairly well ❑
exactly ❑

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: *(tick all that apply)*

standard is out of date ❑
standard is incomplete ❑
standard is too academic ❑
standard is too superficial ❑
title is misleading ❑
I made the wrong choice ❑
other .....

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:
(1) unacceptable,
(2) below average,
(3) average,
(4) above average,
(5) exceptional,
(6) not applicable

timeliness.....
quality of writing.....
technical contents.....
logic of arrangement of contents .....
tables, charts, graphs, figures.....
other .....

Q8 I read/use the: *(tick one)*

French text only ❑
English text only ❑
both English and French texts ❑

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Suisse

ou

Télécopie: **CEI**/CSC +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)
Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 GENÈVE 20
Suisse

Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact: (*ex. 60601-1-1)*

.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

agent d'un service d'achat ❑
bibliothécaire ❑
chercheur ❑
ingénieur concepteur ❑
ingénieur sécurité ❑
ingénieur d'essais ❑
spécialiste en marketing ❑
autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

dans l'industrie ❑
comme consultant ❑
pour un gouvernement ❑
pour un organisme d'essais/ certification ❑
dans un service public ❑
dans l'enseignement ❑
comme militaire ❑
autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

ouvrage de référence ❑
une recherche de produit ❑
une étude/développement de produit ❑
des spécifications ❑
des soumissions ❑
une évaluation de la qualité ❑
une certification ❑
une documentation technique ❑
une thèse ❑
la fabrication ❑
autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

pas du tout ❑
à peu près ❑
assez bien ❑
parfaitement ❑

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

la norme a besoin d'être révisée ❑
la norme est incomplète ❑
la norme est trop théorique ❑
la norme est trop superficielle ❑
le titre est équivoque ❑
je n'ai pas fait le bon choix ❑
autre(s) .....

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

publication en temps opportun .....
qualité de la rédaction.....
contenu technique .....
disposition logique du contenu .....
tableaux, diagrammes, graphiques, figures.....
autre(s) .....

Q8 Je lis/utilise: *(une seule réponse)*

uniquement le texte français ❑
uniquement le texte anglais ❑
les textes anglais et français ❑

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ISBN 2-8318-5687-6

ICS 33.100.20

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND