

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
801-2**

Deuxième édition
Second edition
1991-04

**Compatibilité électromagnétique pour les
matériels de mesure et de commande dans
les processus industriels**

Partie 2:
Prescriptions relatives aux décharges
électrostatiques

**Electromagnetic compatibility for industrial-
process measurement and control equipment**

Part 2:
Electrostatic discharge requirements



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 801-2: 1991

Révision de la présente publication

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

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

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

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

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

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

Revision of this publication

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

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

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

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

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

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
801-2

Deuxième édition
Second edition
1991-04

**Compatibilité électromagnétique pour les
matériels de mesure et de commande dans
les processus industriels**

Partie 2:
Prescriptions relatives aux décharges
électrostatiques

**Electromagnetic compatibility for industrial-
process measurement and control equipment**

Part 2:
Electrostatic discharge requirements

© CEI 1991 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 procé-
dé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et
les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
 Articles	
1 Domaine d'application et objet	6
2 Référence normative	6
3 Généralités	6
4 Définitions/Terminologie	8
5 Niveaux de sévérité	10
6 Générateur d'essai (DES)	12
6.1 Caractéristiques et performances du générateur de DES	12
6.2 Vérification des caractéristiques du générateur de DES	14
7 Installation d'essai	16
7.1 Installation d'essai utilisée pour les essais réalisés en laboratoire	16
7.2 Installation d'essai pour les essais in situ	20
8 Procédure d'essai	20
8.1 Conditions de référence du laboratoire	20
8.2 Fonctionnement de l'EST	22
8.3 Application des décharges d'électricité statique	22
9 Evaluation des résultats d'essai	26
 Figures	
1 Schéma simplifié du générateur de DES	28
2 Disposition typique pour la vérification des performances du générateur de DES	29
3 Forme d'onde typique du courant de sortie du générateur de DES	30
4 Electrodes de décharge du générateur de DES	31
5 Exemple d'installation d'essai pour matériels de table, essais en laboratoire	32
6 Exemple d'installation d'essai pour matériels posés au sol, essais en laboratoire	33
7 Exemple d'installation d'essai pour matériels installés	34
 Annexes	
A (informative) - Notes explicatives	36
B (normative) - Détails de construction	46

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
 Clause	
1 Scope and object	7
2 Normative reference	7
3 General	7
4 Definitions/Terminology	9
5 Severity levels	11
6 Test generator (ESD)	13
6.1 Characteristics and performance of the ESD generator	13
6.2 Verification of the characteristics of the ESD generator	15
7 Test set-up	17
7.1 Test set-up for tests performed in laboratories	17
7.2 Test set-up for post-installation tests	21
8 Test procedure	21
8.1 Laboratory reference conditions	21
8.2 EUT exercising	23
8.3 Application of the static electricity discharges	23
9 Evaluation of the test results	27
 Figures	
1 Simplified diagram of the ESD generator	28
2 Typical arrangement for verification of the ESD generator performance	29
3 Typical waveform of the output current of the ESD generator	30
4 Discharge electrodes of the ESD generator	31
5 Example of test set-up for table-top equipment, laboratory tests	32
6 Example of test set-up for floor-standing equipment, laboratory tests	33
7 Example of test set-up for equipment, post-installation tests	34
 Annexes	
A (informative) - Explanatory notes	37
B (normative) - Constructional details	47

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE
POUR LES MATERIELS DE MESURE ET DE COMMANDE
DANS LES PROCESSUS INDUSTRIELS

Partie 2: Prescriptions relatives aux décharges électrostatiques

AVANT-PROPOS

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

La présente partie de la Norme internationale CEI 801 a été établie par le Comité d'Etudes n° 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Elle constitue la deuxième partie de la CEI 801 et annule la première édition, CEI 801-2 (1984) et a le statut de publication fondamentale de compatibilité électromagnétique conformément au Guide CEI 107.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapports de vote
65(BC)49 65(BC)52	65(BC)51 65(BC)54

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

L'annexe B fait partie intégrante de la présente partie de la CEI 801.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY FOR
INDUSTRIAL-PROCESS MEASUREMENT AND CONTROL EQUIPMENT

Part 2: Electrostatic discharge requirements

FOREWORD

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

This part of International Standard IEC 801 has been prepared by IEC Technical Committee No. 65: Industrial-process measurement and control.

It forms Part 2 of IEC 801 and supersedes the first edition, IEC 801-2 (1984). It has the status of a basic EMC publication, in accordance with IEC Guide 107.

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

DIS	Reports on Voting
65(C0)49 65(C0)52	65(C0)51 65(C0)54

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

Annex A is for information only.

Annex B forms an integral part of this part of IEC 801.

COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE POUR LES MATERIELS DE MESURE ET DE COMMANDE DANS LES PROCESSUS INDUSTRIELS

Partie 2: Prescriptions relatives aux décharges électrostatiques

1 Domaine d'application et objet

La présente partie 2 de la Norme internationale définit les prescriptions et méthodes d'essai relatives à l'immunité des matériels soumis à des décharges électrostatiques produites directement par les opérateurs, et entre objets situés à proximité. Elle définit plusieurs niveaux de sévérité, qui correspondent à des conditions d'environnement et d'installation différentes.

Ces prescriptions ont été développées principalement pour les appareillages de mesure et de commande des processus industriels et leur sont applicables.

La plupart des aspects de la norme, comme les paramètres de simulation et les installations d'essai, peuvent s'appliquer à d'autres matériels; en revanche, certains aspects comme les niveaux de sévérité ou les critères de performance peuvent ne pas s'appliquer à d'autres matériels.

Il est prévu que ce document soit identifié comme une publication de base concernant la compatibilité électromagnétique conformément au Guide CEI 107.

Cette partie 2 a pour objet d'établir une référence commune en vue de l'évaluation des performances de l'appareillage de mesure et de commande des processus industriels lorsqu'il est soumis à des décharges électrostatiques. Sont incluses également les décharges électrostatiques qui peuvent être produites par les opérateurs sur des objets situés à proximité de l'appareillage principal.

2 Référence normative

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(161): 1990, Vocabulaire Électrotechnique International - Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique.

3 Généralités

Cette partie 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 de l'appareillage de mesure et de commande des processus industriels (on trouvera davantage d'informations détaillées à l'article A.1 de l'annexe A).

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY FOR INDUSTRIAL-PROCESS MEASUREMENT AND CONTROL EQUIPMENT

Part 2: Electrostatic discharge requirements

1 Scope and object

This part 2 of the International Standard defines the immunity requirements and test methods for equipment which must withstand electrostatic discharges, from operators directly, and to adjacent objects. Several severity levels are defined which relate to different environmental and installation conditions.

These requirements are primarily developed for, and are applicable to, industrial-process measurement and control instrumentation.

Most aspects of the standard, such as simulation parameters and test set-ups, may apply to other equipment, yet other aspects such as severity levels and performance criteria may not apply to other equipment.

This document is intended to be identified as a basic EMC publication, in accordance with IEC Guide 107.

The object of this Part 2 is to establish a common reference for evaluating the performance of industrial-process measurement and control instrumentation when subjected to electrostatic discharges. In addition, it includes electrostatic discharges which may occur from personnel to objects near vital instrumentation.

2 Normative reference

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

IEC 50(161): 1990, International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 161: Electromagnetic compatibility.

3 General

This part relates to equipment, systems, sub-systems 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 all locations classified in standards relevant to industrial process measuring and control instrumentation (for more detailed information, see clause A.1 of annex A).

Les essais décrits dans la présente partie 2 sont des essais courants pour l'évaluation qualitative des performances du matériel électronique visé par 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" est largement utilisé dans le monde et dans la littérature techniques. Il a dès lors été décidé de conserver le terme "décharge électrostatique" (DES) dans le titre de la présente partie 2.

4 Définitions/Terminologie

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

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: Faculté, pour un matériel ou un système, de fonctionner de manière satisfaisante dans son environnement électromagnétique sans introduire de perturbations électromagnétiques intolérables pour tout autre matériel situé dans cet environnement [VEI 161-01-07].

4.3 matériau antistatique: Matériau de protection contre les DES ayant une résistivité superficielle comprise entre 10^5 et 10^{11} ohms par carré.

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: Voir "décharge d'électricité statique".

4.6 EST: Matériel soumis à l'essai.

4.7 plan de sol: Surface conductrice plane dont le potentiel est utilisé comme référence commune [VEI 161-04-36].

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 d'électricité statique; DES: Transfert de charges électrostatiques entre corps ayant des potentiels électrostatiques différents, ces corps étant à proximité ou en contact direct [VEI 161-01-22].

The tests described in this Part 2 are considered to be a first step in the direction of commonly used tests for the qualitative evaluation of the performance of all electronic equipment as referred to in clause 1.

NOTE - From the technical point of view the precise term for this 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 Part 2.

4 Definitions/Terminology

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

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 antistatic material: ESD-protective material having a surface resistivity greater than 10^5 but not greater than 10^{11} ohms per square.

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: Refers to static electricity discharge.

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 static electricity discharge; ESD: A transfer of electrostatic charge between bodies of different electrostatic potential, in proximity or through direct contact [IEV 161-01-22].

4.11 immunité (à une perturbation): Faculté pour un dispositif, matériel ou système de fonctionner sans dégradation en présence d'une perturbation électromagnétique [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.

4.14 application directe: Application de l'essai directement sur l'EST.

4.15 application indirecte: Application de l'essai 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 de sévérité

Les niveaux de sévérité donnés dans le tableau 1 sont recommandés pour les essais de DES. Tous les niveaux inférieurs doivent être respectés.

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 de sévérité 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 sont à utiliser lorsque les décharges au contact ne peuvent s'appliquer. Les niveaux de tension pour chaque méthode d'essai sont donnés dans les tableaux 1.a et 1.b. 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.a - Niveaux de sévérité

Niveau	Tension d'essai Décharge au contact kV
1	2
2	4
3	6
4	8
x ¹⁾	Spécial

Tableau 1.b - Niveaux de sévérité

Niveau	Tension d'essai Décharge dans l'air kV
1	2
2	4
3	8
4	15
x ¹⁾	Spécial

- 1) "x" est un niveau à déterminer. Ce niveau est sujet à des négociations et 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.

4.11 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 approached to the EUT, and the discharge actuated by a spark to the EUT.

4.14 direct application: Application of the test directly to the EUT.

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

5 Severity levels

The severity levels shown in table 1 are recommended for the ESD test. All lower levels must be satisfied.

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. Annex A.4 also contains examples of the application of the severity 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 1.a and 1.b. 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.a - Severity levels

Level	Test voltage Contact discharge kV
1	2
2	4
3	6
4	8
x ¹⁾	Special

Table 1.b - Severity levels

Level	Test voltage Air discharge kV
1	2
2	4
3	8
4	15
x ¹⁾	Special

1) "x" is an open level. The level is subject to negotiations and 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 (DES)

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

- une résistance de charge R_{ch} ;
- 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 des 6.1 et 6.2.

6.1 Caractéristiques et performances du générateur de DES

- capacité d'accumulation d'énergie ($C_s + C_d$): 150 pF ± 10 %;
- résistance de décharge (R_d): 330 Ω ± 10 %;
- résistance de charge (R_{ch}): entre 50 M Ω et 100 M Ω ;
- 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;
- 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.

NOTES

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

2 Le générateur doit être, en principe, capable de produire 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.

6 Test generator (ESD)

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

- charging resistor R_{ch} ;
- 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 of 6.1 and 6.2.

6.1 Characteristics and performance of the ESD generator

- energy storage capacitance ($C_s + C_d$): 150 pF ± 10 %;
- discharge resistance (R_d): 330 Ω ± 10 %;
- charging resistance (R_{ch}): between 50 M Ω and 100 M Ω ;
- 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;
- 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.

NOTES

1 Open circuit voltage measured at the energy storage capacitor.

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, of either pulse or continuous type, so as not to disturb the EUT or auxiliary test equipment by parasitic effects.

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. Pour la méthode d'essai de décharge dans l'air, on utilise le même générateur, le commutateur de décharge restant fermé. La tête d'essai est la tête ronde CEI.

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 $\pm 10\%$ A	Temps de montée t_r avec commutateur de décharge ns	Intensité ($\pm 30\%$) à 30 ns A	Intensité ($\pm 30\%$) 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 lors de la procédure de vérification doit être conforme à celle qui est donnée à la figure 3.

Les valeurs des paramètres du courant de décharge doivent être vérifiées avec un appareillage 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.

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. For the air discharge test method the same generator is used and the discharge switch has to be closed. The tip of the generator has to be the round IEC tip.

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 $\pm 10\%$ A	Rise time t_r with discharge switch ns	Current ($\pm 30\%$) at 30 ns A	Current ($\pm 30\%$) 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 for the verification procedure shall conform to figure 3.

The values of the parameters 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 contacted directly to the current-sensing transducer, and the generator operated in the contact discharge mode.

La disposition du transducteur de détection de courant utilisé pour la vérification des caractéristiques du générateur de DES est donnée à la figure 2. Des détails supplémentaires sur une forme possible du transducteur de détection de courant sont donnés dans l'annexe B.

D'autres dispositions impliquant l'utilisation d'une cage de Faraday de laboratoire ayant des dimensions différentes de celles indiquées en 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, selon les besoins, 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 isolées.

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, et représente la seule méthode acceptée de démonstration de la conformité à la présente norme. La disposition de l'EST doit être aussi proche que possible de la disposition dans les conditions finales d'installation.

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 sol 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 sol est de 1 m², la dimension finale dépendant des dimensions de l'EST. Le plan de sol 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.

The constructional arrangement of the current-sensing transducer for verifying the ESD generator characteristics is given in figure 2. Further details of a possible form of the current-sensing transducer are given in annex B.

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 recalibrated at 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 as applicable, 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 and the only accepted method of demonstrating conformance with this standard. The EUT shall be arranged as closely as possible to arrangement in final installed conditions.

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 thickness. The minimum size of the reference plane is 1 m², 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.

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.

Le câble de retour à la terre du courant de décharge du générateur de DES doit être connecté au plan de sol. 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 sol 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 sol 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 sol; ils doivent être reliés au plan de sol par des câbles munis de résistances de 470Ω 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 sol lorsque le câble est posé sur ce plan de sol.

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 sol. Un plan horizontal de couplage (PCH) de 1,6 m x 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; 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 sol.

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.

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.

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 the 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 k Ω 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 x 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 the resistive cable 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 Matériel posé sur le sol

L'EST et les câbles doivent être isolés du plan de sol 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.

7.2 Installation d'essai pour les essais *in situ*

Ces essais sont facultatifs; ils ne sont pas obligatoires pour les essais de certification, et ne sont applicables qu'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 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 sol 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 sol doit être relié au système de mise à la terre de protection. Lorsque cela n'est pas possible, le plan de sol 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 k Ω 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.

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: de 15 °C à 35 °C;
- humidité relative: de 30 % à 60 %;
- pression atmosphérique: de 68 kPa (680 mbar) à 106 kPa (1 060 mbar).

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

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.

7.2 Test set-up for post-installation tests

These tests are optional and not mandatory for certification tests; they shall 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 k Ω 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 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: 68 kPa (680 mbar) to 106 kPa (1 060 mbar).

NOTE - Any other values are specified in the product specification.

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.

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 Application des décharges d'électricité statique

Les essais doivent être conduits 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;
- la nécessité ou non de l'application indirecte au plan de couplage horizontal (PCH) ou au plan de couplage vertical (PCV), et les positions du plan vertical le cas échéant;
- 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 de sévérité 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.

8.3.1 Application directe des décharges sur l'EST

Les décharges d'électricité statique ne doivent être appliquées qu'aux points ou qu'aux surfaces de l'EST qui sont accessibles à l'opérateur durant l'utilisation normale (y compris la maintenance effectuée par le client).

8.1.2 *Electromagnetic conditions*

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

8.2 *EUT exercising*

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 *Application of the static electricity discharges*

The testing shall be performed 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;
- whether indirect application to the HCP or VCP is required, and the positions of the VCP if applicable;
- the points at which discharges are to be applied;
- at each point, whether contact or air discharges are to be applied;
- the severity 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 *Direct application of discharge to the EUT*

The static electricity discharges shall be applied only to those points and surfaces of the EUT which are accessible to personnel during normal usage (which includes customer's maintenance).

L'application de décharges en des points du matériel qui ne sont accessibles que pour les buts de maintenance n'est pas autorisée, sauf accord entre constructeur et utilisateur.

La tension d'essai doit être augmentée progressivement depuis la valeur minimale jusqu'au niveau de sévérité sélectionné, de manière à déterminer un seuil de non-fonctionnement (voir article 5). Le niveau de sévérité 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.

The application of discharges to any point of the equipment which is accessible only for maintenance purposes is not allowed unless agreed upon by manufacturer and user.

The test voltage shall be increased from the minimum to the selected test severity level, in order to determine any threshold of failure (see clause 5). The final severity 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.

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

8.3.2.1 *Plan horizontal de couplage sous l'EST*

On doit appliquer au moins 10 décharges isolées (dans la polarité à laquelle le matériel est le plus sensible) au plan de couplage horizontal en des points situés de chaque côté de l'EST (voir figure 5). Le générateur de DES doit être positionné verticalement à une distance de 0,1 m de l'EST, avec l'électrode de décharge en contact avec le plan de couplage.

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 x 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

La variété et la diversité des matériels et systèmes à essayer rendent difficile l'établissement de critères généraux pour l'évaluation des effets des décharges d'électricité statique sur les matériels et systèmes.

Les résultats d'essai peuvent être classés sur la base des conditions d'utilisation et des spécifications fonctionnelles du matériel soumis à l'essai, selon les critères de comportement suivants:

- 1) comportement normal dans les limites de la spécification.
- 2) dégradation temporaire ou perte de fonction ou de comportement, autorécupérable.
- 3) dégradation temporaire ou perte de fonction ou de comportement nécessitant l'intervention d'un opérateur ou une remise à zéro du système.
- 4) dégradation ou perte de fonction non récupérable du fait d'une avarie du matériel (composants), du logiciel, ou encore de pertes de données.

Dans le cas des essais de réception, le programme d'essais et l'interprétation des résultats d'essais sont sujets à un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Le procès-verbal d'essais doit comprendre les conditions d'essai et les résultats de ces essais.

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

8.3.2.1 *Horizontal coupling plane under the EUT*

At least 10 single discharges (in the most sensitive polarity) shall be applied to the horizontal coupling plane, at points on each side of the EUT (figure 5). The ESD generator shall be positioned vertically at a distance of 0,1 m from the EUT, with the discharge electrode touching the coupling plane.

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 x 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 this plane in sufficient different positions that the four faces of the EUT are completely illuminated.

9 Evaluation of the test results

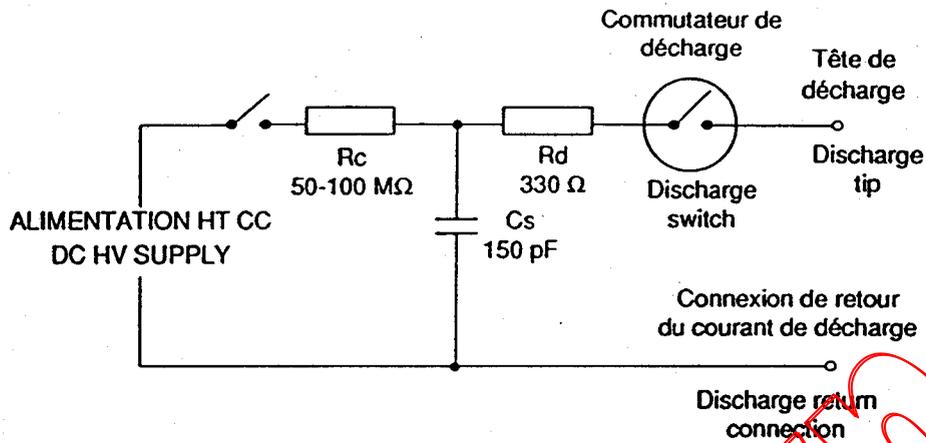
The variety and diversity of equipment and systems to be tested make the task of establishing general criteria for the evaluation of the effects of static discharges on equipment and systems difficult.

The test results may be classified on the basis of the operating conditions and the functional specifications of the equipment under test, according to the following performance criteria:

- 1) normal performance within the specification limits;
- 2) temporary degradation or loss of function or performance which is self-recoverable;
- 3) temporary degradation or loss of function or performance which requires operator intervention or system reset;
- 4) degradation or loss of function which is not recoverable, due to damage of equipment (components) or software, or loss of data.

In the case of acceptance tests, the test program and the interpretation of the test results are subject to agreement between manufacturer and user.

The test documentation shall include the test conditions and the test results.



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.

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 - Schéma simplifié du générateur DES

Simplified diagram of the ESD generator

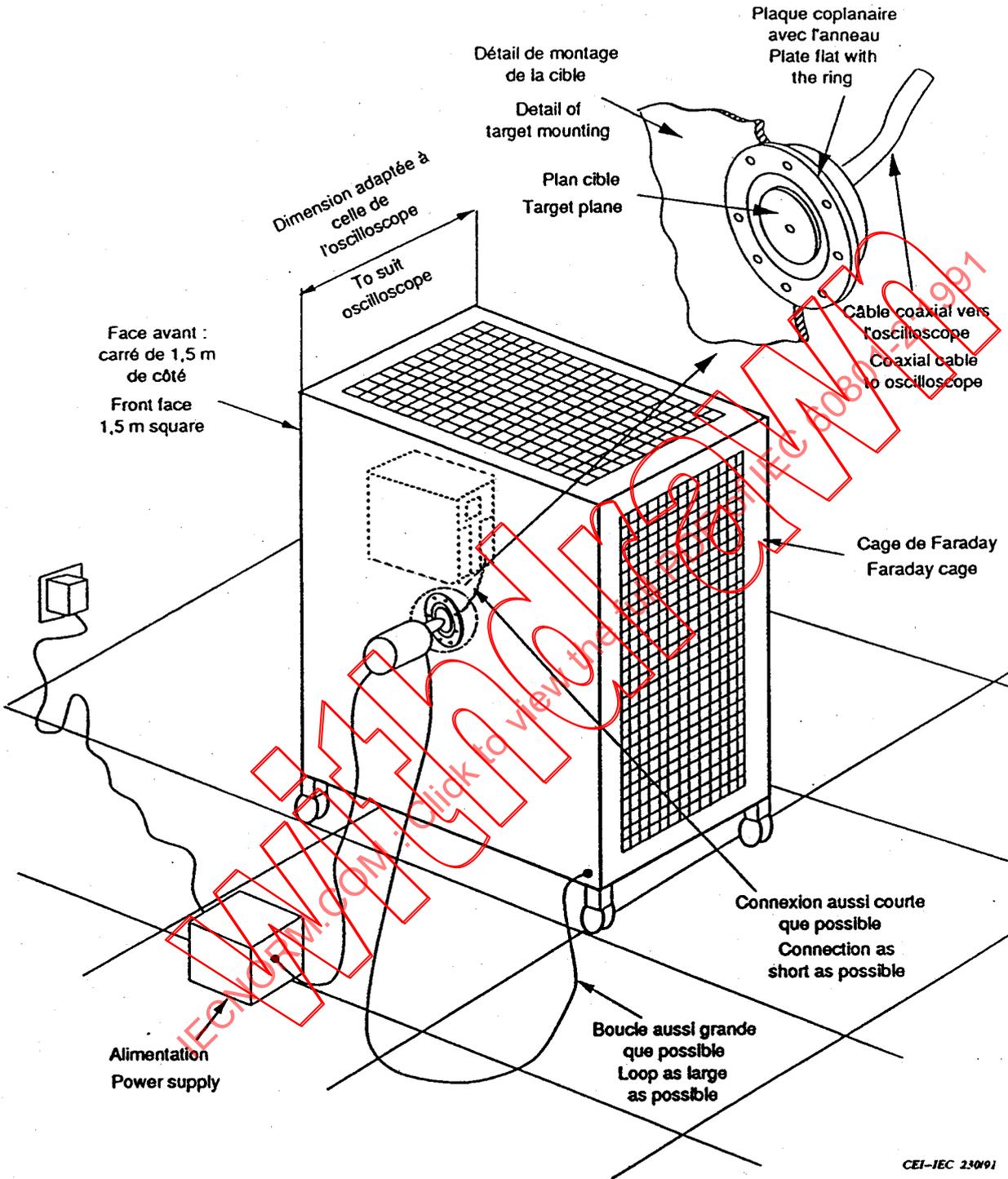
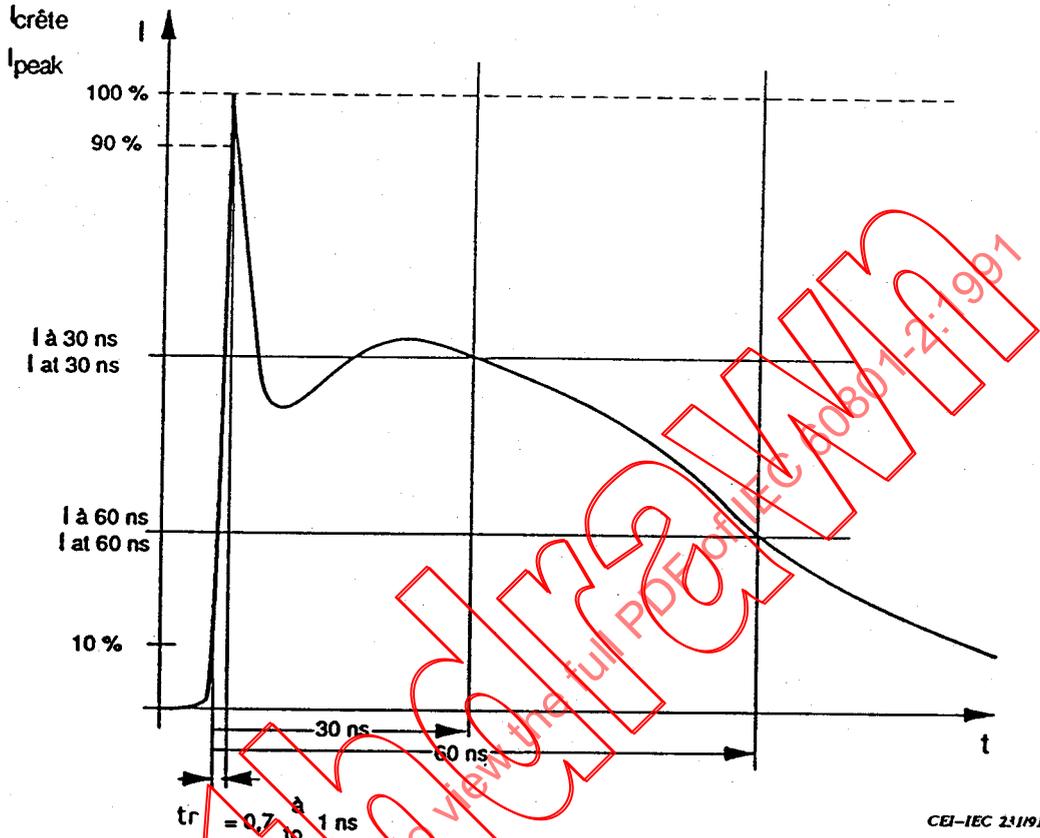


Figure 2 - Disposition typique pour la vérification des performances du générateur de DES

Typical arrangement for verification of the ESD generator performance

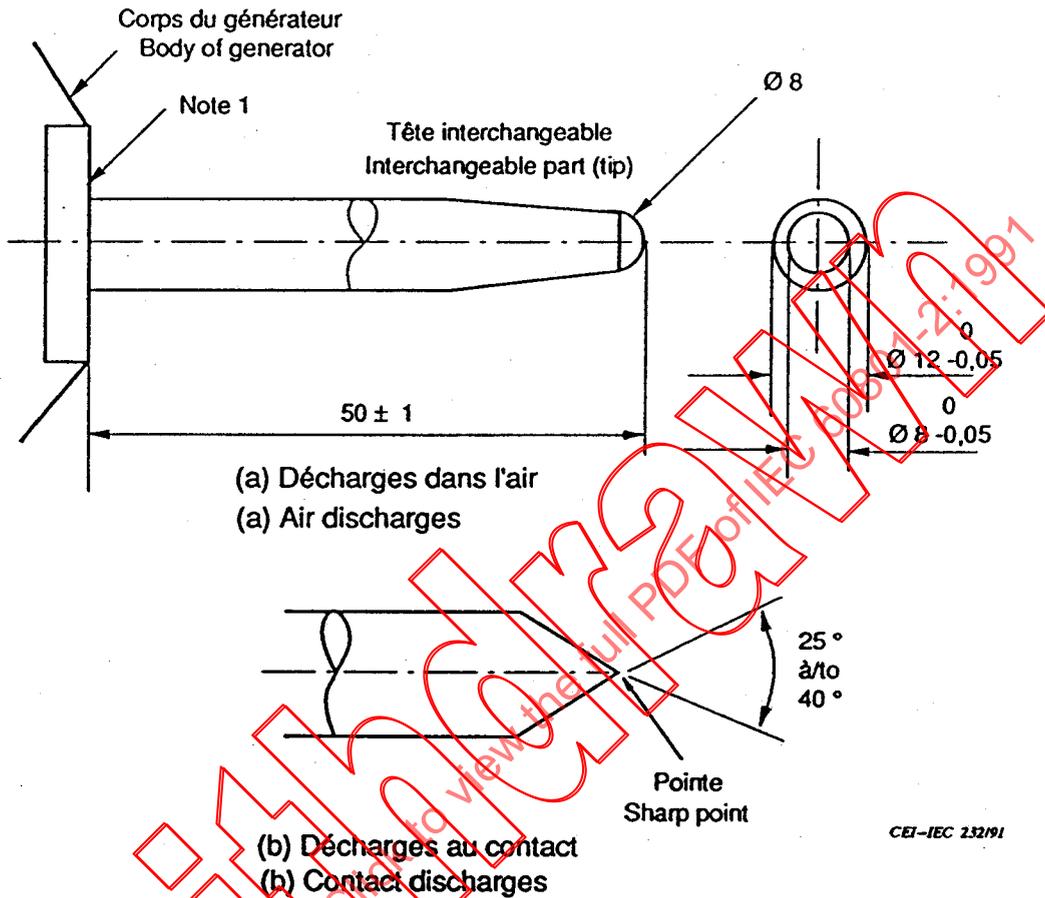


Les valeurs sont données dans le tableau 2

Values are given in table 2

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

Typical waveform of the output current of the ESD generator



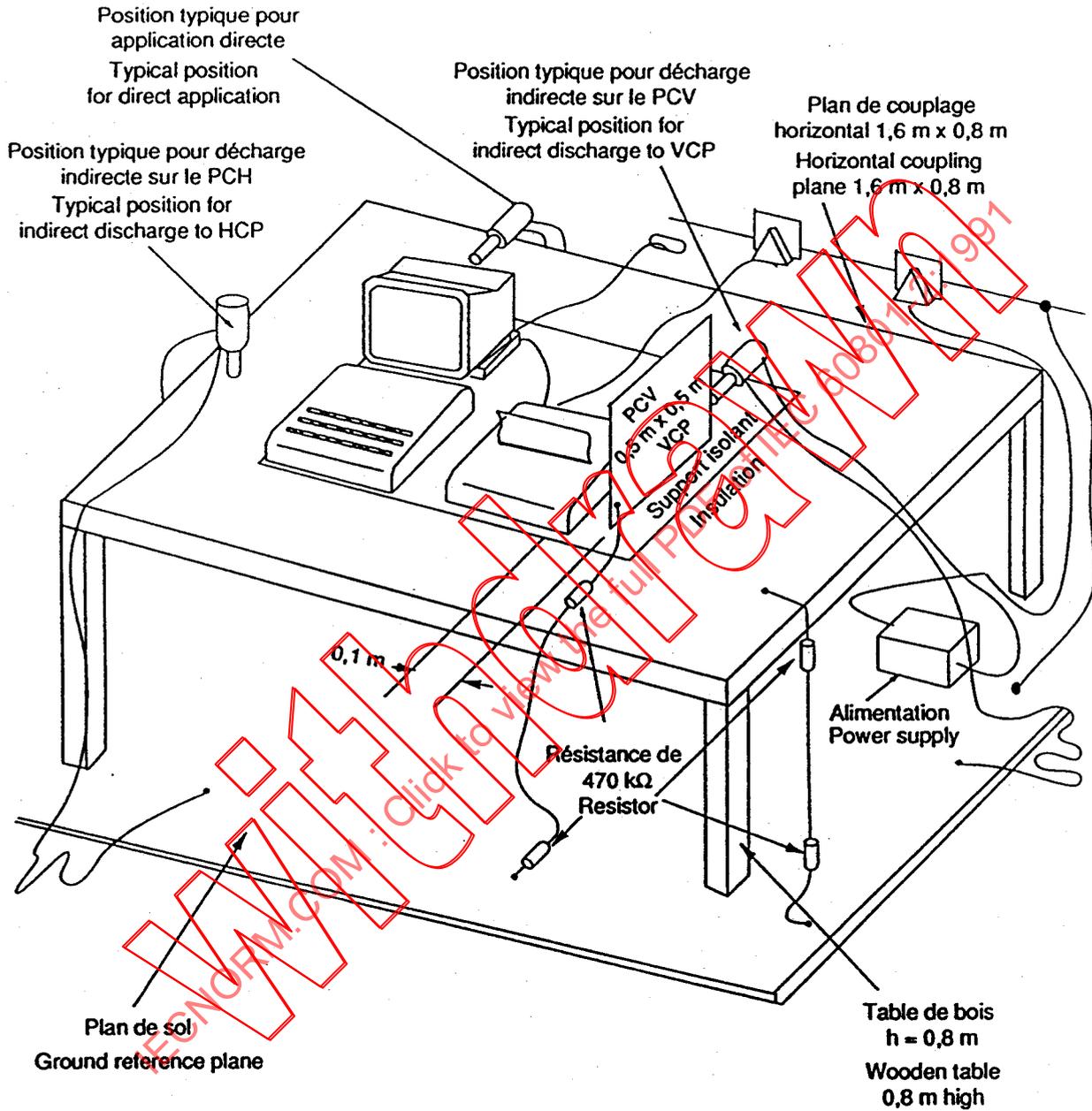
Dimensions en mm

Dimensions in mm

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.

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

Figure 4 - Electrodes de décharge du générateur de DES
Discharge electrodes of the ESD generator



CEI-IEC 23391

Figure 5 - Exemple d'installation d'essai pour matériels de table, essais en laboratoire

Example of test set-up for table-top equipment, laboratory tests

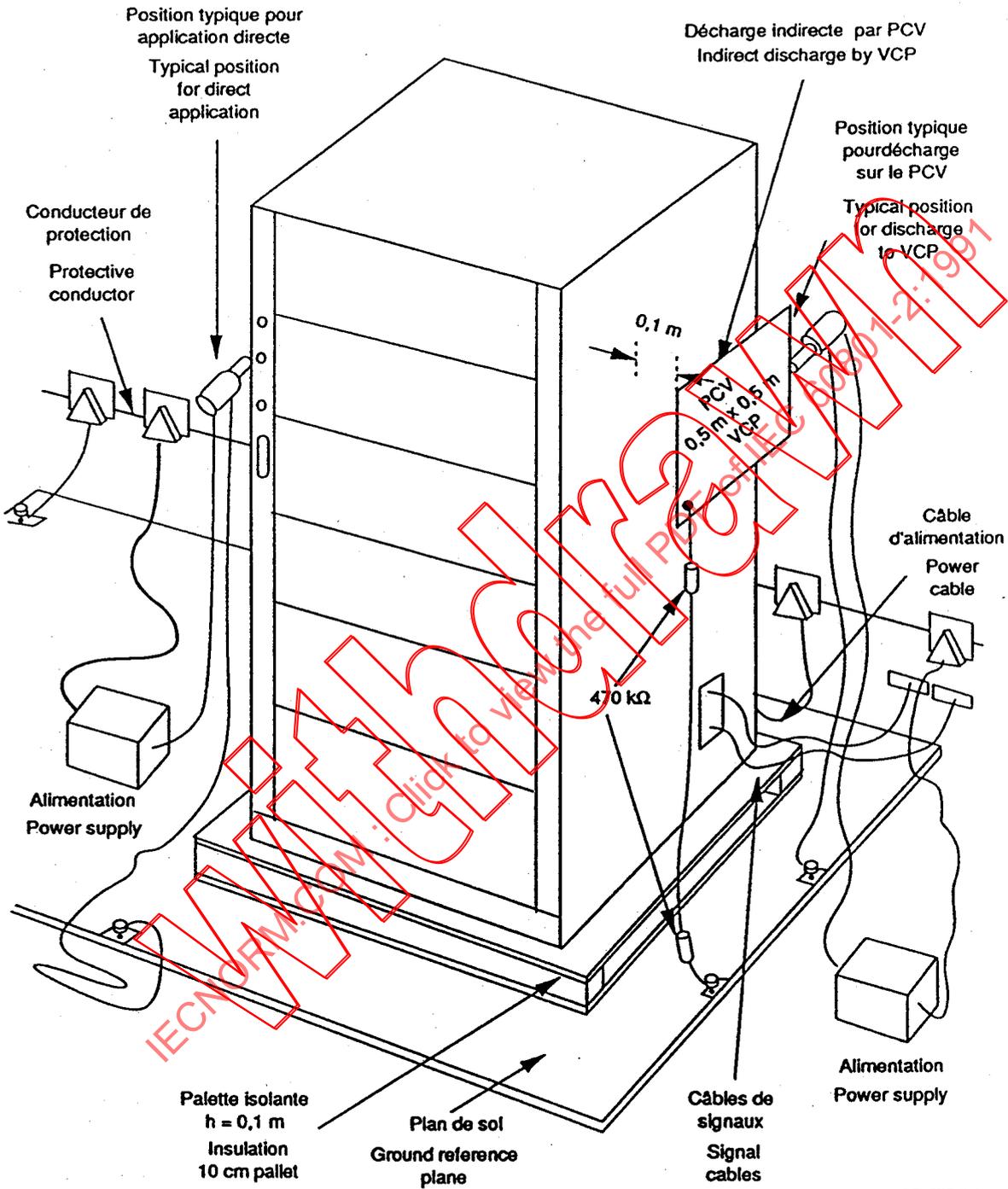


Figure 6 - Exemple d'installation d'essai pour matériels posés au sol, essais en laboratoire

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

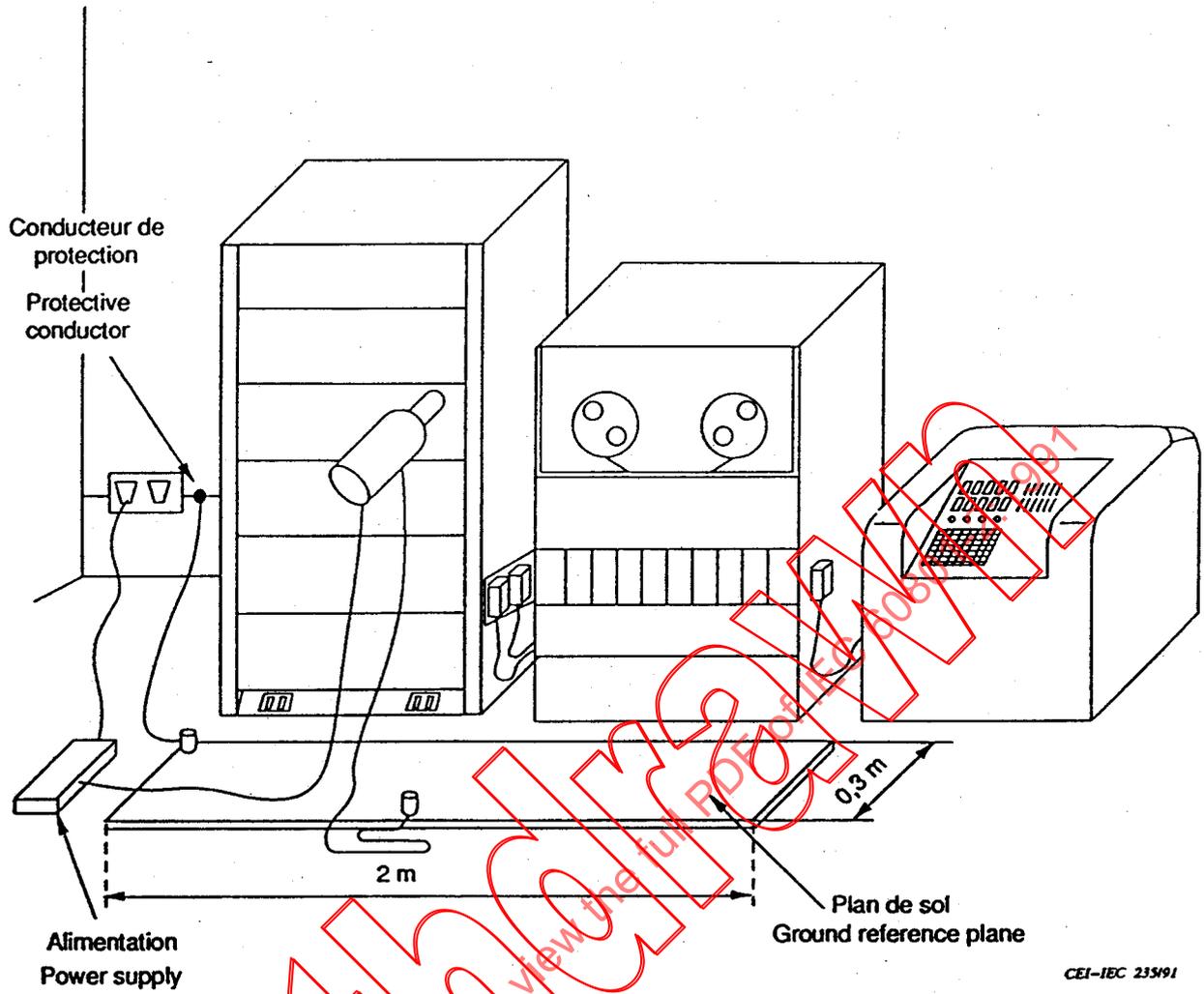


Figure 7 - Exemple d'installation d'essai pour matériels installés

Example of test set-up for equipment, post-installation tests

- Page blanche -

- Blank page -

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60801-2:1997
Withdrawn

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 product/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 part 2 of the 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 effect of 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, has 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, l'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 pré-décharge.
- Les niveaux de tension élevés se développent plus probablement 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 de sévérité

Les niveaux de sévérité doivent être choisis en fonction des conditions d'environnement et d'installation les plus réalistes.

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

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

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 predischage voltage in the higher level ranges.

Possible reasons for the non-proportional relationship between predischage 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 severity levels

The test severity levels shall be selected in accordance with the most realistic installation and environmental conditions.

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

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

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 de sévérité de l'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

De 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 tensions/vitesse, le temps de montée varie dans un rapport pouvant aller jusqu'à 30.

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 severity 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 will 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 to 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.

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. 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.