

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62132-5

Première édition
First edition
2005-10

**Circuits intégrés –
Mesure de l'immunité électromagnétique,
150 kHz à 1 GHz –**

**Partie 5:
Méthode de la cage de Faraday
sur banc de travail**

**Integrated circuits –
Measurement of electromagnetic immunity,
150 kHz to 1 GHz –**

**Part 5:
Workbench Faraday cage method**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62132-5:2005

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/searchpub) 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/online_news/justpub) 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/searchpub) 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/online_news/justpub) 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**

62132-5

Première édition
First edition
2005-10

**Circuits intégrés –
Mesure de l'immunité électromagnétique,
150 kHz à 1 GHz –**

**Partie 5:
Méthode de la cage de Faraday
sur banc de travail**

**Integrated circuits –
Measurement of electromagnetic immunity,
150 kHz to 1 GHz –**

**Part 5:
Workbench Faraday cage method**

© IEC 2005 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 Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application.....	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	10
4 Généralités	12
4.1 Applicabilité	12
4.2 Philosophie de la mesure	12
4.3 Montage d'essai de base	14
4.4 Concept du banc de travail	14
5 Conditions d'essai.....	14
6 Equipement d'essai.....	16
7 Montage d'essai.....	16
7.1 Généralités.....	16
7.2 Blindage et champs ambiants	18
7.3 Montage du banc de travail	18
7.4 Connexions à la carte d'essai	18
7.5 Points en mode commun	20
7.6 Cage de Faraday sur banc de travail – Application pratique.....	22
7.7 Carte d'essai	24
8 Procédure d'essai	24
8.1 Généralités.....	24
8.2 Exigences pour l'essai de la cage de Faraday sur banc de travail.....	26
9 Rapport d'essai.....	26
Annexe A (normative) Spécification particulière de la cage de Faraday sur banc de travail (WBFC)	28
Annexe B (informative) Théorie de la méthode sur banc de travail	36
Annexe C (informative) Impédances en mode commun.....	38
Annexe D (informative) Niveaux d'immunité RF	40
Bibliographie	44

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	11
2 Normative references.....	11
3 Terms and definitions	11
4 General	13
4.1 Applicability	13
4.2 Measurement philosophy	13
4.3 Basic test set-up.....	15
4.4 Workbench concept.....	15
5 Test conditions	15
6 Test equipment.....	17
7 Test set-up	17
7.1 General	17
7.2 Shielding and ambient fields	19
7.3 Workbench set-up	19
7.4 Connections to the test board	19
7.5 Common-mode points.....	21
7.6 Workbench Faraday cage – Practical implementation.....	23
7.7 Test board.....	25
8 Test procedure	25
8.1 General	25
8.2 Requirements for the workbench Faraday cage test	27
9 Test report.....	27
Annex A (normative) Detailed specification of workbench Faraday cage (WBFC)	29
Annex B (informative) Theory of workbench Faraday cage method	37
Annex C (informative) Common-mode impedances.....	39
Annex D (informative) RF immunity levels	41
Bibliography.....	45

Figure 1 – Méthode de mesure de l'immunité conduite – Montage général	14
Figure 2 – Montage pour les essais d'immunité RF à l'aide de la méthode de la cage de Faraday sur banc de travail	18
Figure 3 – Influence du nombre choisi de points en mode commun	20
Figure 4 – Position des points en mode commun	22
Figure A.1 – Dessin mécanique de la cage de Faraday sur banc de travail.....	30
Figure A.2 – Dessin mécanique du banc de travail – Couvercle	30
Figure A.3 – Filtre de traversée passe-bas	32
Figure A.4 – Exemple de construction du réseau de 150 Ω	32
Figure A.5 – Exemple d'impédance mesurée du réseau de 150 Ω	32
Figure A.6 – Jig d'étalonnage métallique pour les mesures d'impédance en mode commun.....	34
Figure B.1 – Modèle de constantes localisées de cage de la Faraday sur banc de travail	36
Tableau C.1 – Valeurs statistiques de résistances au rayonnement mesurées sur des câbles longs.....	38
Tableau C.2 – Paramètres d'impédance en mode commun des RCD	38
Tableau D.1 – Niveaux d'essai pour l'immunité	40

Figure 1 – Conducted immunity measurement method – General set-up	15
Figure 2 – Set-up for RF immunity testing using the workbench Faraday cage	19
Figure 3 – Influence of selected number of common-mode points	21
Figure 4 – Position of common-mode points	23
Figure A.1 – Mechanical drawing of workbench Faraday cage	31
Figure A.2 – Mechanical drawing of workbench – Cover	31
Figure A.3 – Low-pass feed-through filter	33
Figure A.4 – Example of a construction of the 150 Ω network	33
Figure A.5 – Example of the measured impedance of the 150 Ω network	33
Figure A.6 – Metallic calibration jig for common mode impedance measurements	35
Figure B.1 – Workbench Faraday cage lumped elements model	37
Table C.1 – Statistical values of radiation resistances measured on long cables	39
Table C.2 – CDN common-mode impedance parameters	39
Table D.1 – Test levels for immunity	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CIRCUITS INTÉGRÉS –
MESURE DE L'IMMUNITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE,
150 kHz À 1 GHz –**

Partie 5: Méthode de la cage de Faraday sur banc de travail

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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 62132-5 a été établie par le sous-comité 47A: Circuits intégrés, du comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47A/721/FDIS	47A/728/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INTEGRATED CIRCUITS –
MEASUREMENT OF ELECTROMAGNETIC IMMUNITY,
150 kHz TO 1 GHz –**

Part 5: Workbench Faraday cage method

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62132-5 has been prepared by subcommittee 47A: Integrated circuits, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

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

FDIS	Report on voting
47A/721/FDIS	47A/728/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 62132-11.

La CEI 62132 comprend les parties suivantes, regroupées sous le titre général *Circuits intégrés – Mesure de l'immunité électromagnétique, 150 kHz à 1 GHz*:

- Partie 1: Conditions générales et définitions¹
- Partie 2: Méthode de cellule (G-) TEM²
- Partie 3: Méthode d'injection de courant en bloc (BCI)³
- Partie 4: Méthode d'injection directe de puissance RF ¹
- Partie 5: Méthode de la cage de Faraday sur banc de travail

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

¹ A publier.

² A l'étude.

³ En préparation.

This standard is to be read in conjunction with IEC 62132-11.

IEC 62132 consists of the following parts, under the general title *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity, 150 kHz to 1 GHz*:

Part 1: General conditions and definitions

Part 2: Measurement of Radiated Immunity – TEM-Cell and Wideband TEM-Cell Method ²

Part 3: Bulk Current Injection (BCI), 10 kHz to 1GHz ³

Part 4: Direct RF power injection method ⁴

Part 5: Workbench Faraday cage method

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

1 To be published.

2 Under consideration.

3 In preparation.

4 To be published.

CIRCUITS INTÉGRÉS – MESURE DE L'IMMUNITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE, 150 kHz À 1 GHz –

Partie 5: Méthode de la cage de Faraday sur banc de travail

1 Domaine d'application

Cette procédure de mesure décrit une méthode de mesure pour quantifier l'immunité RF des circuits intégrés (CI) montés sur une carte d'essai normalisée ou dans leur application finale de carte d'essai (PCB), aux perturbations électromagnétiques conductrices.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050(131): *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 131: Circuits électriques et magnétiques*

CEI 60050(161): *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 62132-1:—, *Circuits intégrés – Mesure de l'immunité électromagnétique, 150 kHz à 1 GHz – Partie 1: Conditions générales et définitions*⁴

CEI 61000-4-6: *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 6: Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de ce document, les définitions de la CEI 62132-1, de la CEI 60050(131) et de la CEI 60050(161) s'appliquent, ainsi que les définitions suivantes:

3.1

point en mode commun

nœud dans un circuit ou au niveau d'une PCB, pour lequel un seul point est pris comme borne du signal, la deuxième borne étant la référence du signal formant un accès à 2 bornes. A titre d'exemple, un point en mode commun est considéré comme le plan de référence de masse (plan V_{SS}) au niveau du bord d'une PCB comparé à une référence externe, par exemple le fond de la cage de Faraday sur banc de travail.

⁴ A publier.

INTEGRATED CIRCUITS – MEASUREMENT OF ELECTROMAGNETIC IMMUNITY, 150 kHz TO 1 GHz –

Part 5: Workbench Faraday cage method

1 Scope

This measurement procedure describes a measurement method to quantify the RF immunity of integrated circuits (ICs) mounted on a standardized test board or on their final application board (PCB), to electromagnetic conductive disturbances.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050(131): *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 131: Electric and magnetic circuits*

IEC 60050(161): *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 62132-1: *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity, 150 kHz to 1 GHz – Part 1: General conditions and definitions*⁵

IEC 61000-4-6: *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the definitions of IEC 62132-1, IEC 60050(131) and IEC 60050(161), as well as the following, apply.

3.1 common-mode point

node in a circuit or at a PCB at which a single point is taken as signal terminal, the second terminal being the signal's reference (forming a 2-terminal port). As an example of a common-mode point, the ground reference plane (V_{SS} -plane) at an edge of a PCB is considered with respect to an external reference, e.g. the bottom of the workbench Faraday cage.

⁵ To be published.

3.2

accès en mode commun

nœud virtuel d'un circuit ou à un accès de connecteur au niveau duquel le signal suit la somme vectorielle de tous les signaux (y compris la masse) au niveau de cet accès par rapport à un accès de référence. Par exemple, le fond de la cage de Faraday sur banc de travail est considéré comme référence externe. Au niveau d'un accès en mode commun avec des fils multiples, ce nœud peut être établi en utilisant un réseau de sommation passif.

NOTE Dans le cas d'un câble blindé (à fils multiples), l'écran de ce câble est utilisé comme borne d'accès en mode commun. Dans ce cas, le point en mode commun est l'écran de ce câble.

4 Généralités

4.1 Applicabilité

Cette norme s'applique aux CI qui peuvent réaliser des fonctions "isolées" lorsqu'ils sont utilisés sur une carte d'essai physiquement petite.

L'immunité RF de ces CI peut être mesurée dans des conditions prédéfinies. De plus, la méthode permet des mesures sur des cartes d'application. Cela donne à l'utilisateur une indication de l'immunité attendue une fois que le ou les CI sont appliqués.

Cette méthode permet de classer les CI pour des fonctions dédiées où les contraintes de la CEM sont applicables. Cela peut s'appliquer aux CI utilisés avec des téléphones sans fil, à d'autres dispositifs de communication et à des applications où les propriétés de la CEM sont importantes afin d'obtenir un fonctionnement optimal, et par exemple aux automobiles et aux équipements de commande et de mesure des processus et à tous les autres produits qui commandent des fonctions critiques.

4.2 Philosophie de la mesure

La méthode sur banc de travail est dérivée de la CEI 61000-4-6. La méthode décrite dans cette publication suppose que les câbles d'alimentation et de signal sont fixés à une carte d'essai électriquement petite, de dimensions $\leq \lambda/2$, c'est-à-dire 0,15 m à 1 GHz (voir note). Ces câbles connectés deviennent les antennes dominantes; la perturbation RF induite est alors injectée dans la carte d'essai par l'intermédiaire de ces "antennes".

NOTE Il convient que la carte d'essai et ses câbles connectés soient en partie soutenus par le matériau avec une constante diélectrique faible; on suppose à ce titre que $\epsilon_r = 1$; voir également 7.7.

Les câbles connectés auront des fonctions telles que l'alimentation, la communication et autres interfaces de signal, et ces câbles ne sont généralement pas orientés géométriquement dans le même plan que les autres câbles.

L'impédance des antenne (en mode commun) par accès a été normalisée à 150 Ω avec des tolérances dans les différentes bandes de fréquences. En injectant soit une tension en série, soit un courant dans ces impédances en mode commun, l'essai d'immunité RF est établi.

L'injection directe de perturbations RF au boîtier du CI est très faible – voir également la CEI 62132-2 comme méthode de mesure supplémentaire – et souvent négligeable par rapport aux perturbations injectées dans le ou les câbles connectés. En raison du fait que les courants induits circuleront à travers la référence de la carte d'essai, un couplage indirect entre les tensions et les courants dans le boîtier est également établi.

En raison du concept choisi, la méthode sur banc de travail montre l'effet du montage de la carte d'essai, le découplage de l'alimentation du CI, la performance RF des composants discrets utilisés (condensateurs, inductances), ainsi que les mesures prises sur le CI (par exemple découplage réalisé sur la puce, entrées filtrées et bascules de Schmitt utilisés, etc.). De plus, des modes de fonctionnement similaires (par logiciel ou fonction) doivent être utilisés pour les divers CI à soumettre aux essais pour permettre la comparaison. De plus, divers modes de fonctionnement avec un CI permettent la comparaison, c'est-à-dire la détermination de la contribution des blocs individuels dans le CI.

3.2

common-mode port

virtual node of a circuit or at a connector port at which the signal follows the vector sum of all signals (including ground) at that port in relation to a reference port. As an example, the bottom of the Workbench Faraday cage is considered an external reference. At a common-mode port with multiple wires, this node can be established by using a passive summation network.

NOTE For a shielded (multi-wire) cable, the screen of that cable is used as common-mode port terminal. In this case, the common-mode point is the screen of that cable.

4 General

4.1 Applicability

This standard applies to ICs that can perform "stand-alone" functions when used on a physically small test board.

The RF immunity of these ICs can be measured under pre-defined conditions. In addition, the method allows measurements on application boards. This gives the user an indication of the expected immunity once the IC(s) is implemented.

This method makes it possible to classify ICs for dedicated functions where EMC constraints are applicable. This might apply to ICs used with cordless telephones, other communication devices and applications where EMC properties are important to obtain optimal operation e.g. automotive, process measurement and control equipment and all other products that control critical functions.

4.2 Measurement philosophy

The workbench method is derived from the IEC 61000-4-6. The method described in that publication assumes that supply and signal cable(s) are attached to an electrically small test board, with dimensions $\leq \lambda/2$, i.e. 0,15 m at 1 GHz, see note. These connected cables become the dominant antennas; the induced RF disturbance is injected to the test board via these "antennas".

NOTE The test board and its connected cables thereto should be partly supported by material with low dielectric constant, as such $\epsilon_r = 1$ is assumed, see also 7.7.

The connected cables will have functions such as supply, communication and other signal interfaces and these cables are commonly not geometrically oriented in the same plane as the other cables.

The antenna (common-mode) impedance per port has been normalised to 150 Ω with tolerances in the various frequency bands. By injecting either a voltage in series or a current through these common-mode impedances, the RF immunity test is established.

Direct injection of RF disturbance to the IC package is very small, see also IEC 62132-2 as an additional measurement method, and often negligible compared to the disturbance injected through the connected cable(s). Due to the fact that induced currents will flow through the reference of the test board, indirect coupling between the voltages and currents through the package are also established.

Because of the concept chosen, the workbench method shows the effect of the test board layout, the IC supply decoupling, the RF performance of the used discrete components (capacitors, inductors) as well as the measures taken on the IC (e.g. on-chip decoupling, filtered inputs and Schmitt-triggers used, etc.). Similar modes of operation (by software or function) shall be used for the various ICs to be tested to allow comparison. In addition, various modes of operation with one IC allow comparison i.e. determination of contribution of individual blocks within the IC.

4.3 Montage d'essai de base

Les mesures d'immunité RF doivent avoir lieu au-dessus d'un plan de référence métallique, voir la Figure 1 pour un montage ouvert (conformément à la CEI 61000-4-6). Avec des impédances en mode commun définies en utilisant les réseaux de couplage et de découplage, des relations entre la tension de perturbation appliquée, tout en soumettant aux essais d'immunité RF, et les champs E/H créés localement, peuvent être calculées.

4.4 Concept du banc de travail

En principe, le couplage et le découplage sont similaires à la méthode donnée dans la CEI 61000-4-6, voir la Figure 1. Avec cette méthode sur banc de travail, une petite cage de Faraday est utilisée. Des résistances discrètes, connectées à plusieurs points en mode commun (à la masse PCB) ou accès (par rapport aux signaux) de la carte d'essai sont appliquées pour représenter le couplage.

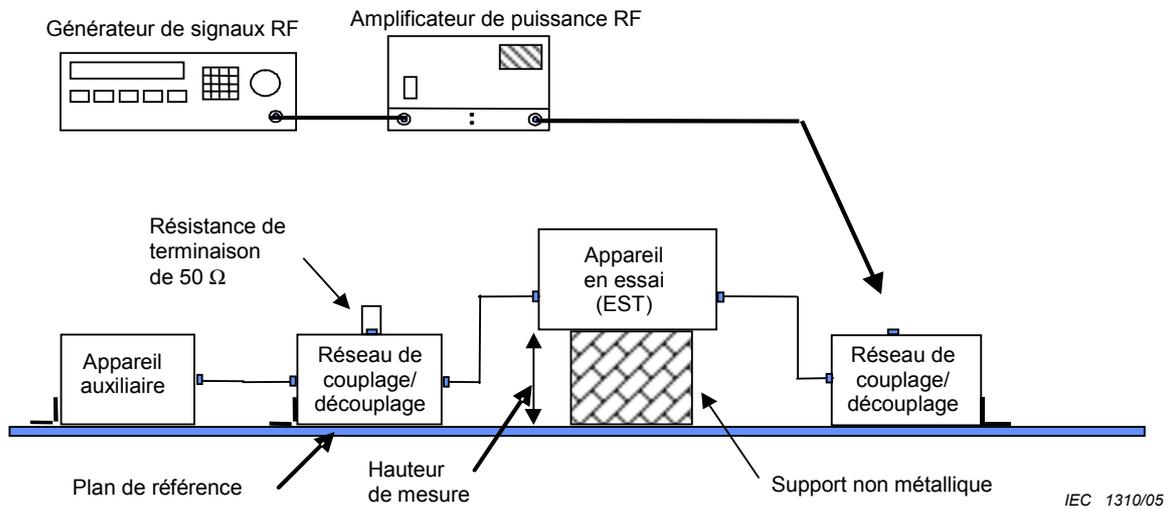


Figure 1 – Méthode de mesure de l'immunité conduite – Montage général

Le découplage de l'alimentation et/ou d'autres lignes d'E/S a lieu par l'intermédiaire d'inductances intégrées sur des noyaux en ferrite représentant des impédances $\gg 150 \Omega$ aux fréquences concernées et sur des filtres de traversée installés à travers la paroi de la cage. Le montage de base du banc de travail est indiqué en 7.3.

5 Conditions d'essai

Les conditions d'essai doivent être telles que décrites dans la CEI 62132-1.

La méthode sur banc de travail peut être utilisée pour des essais absolus ou comparatifs de CI, sur la carte d'essai normalisée prédéfinie, ainsi que pour la mesure d'applications de cartes définitives.

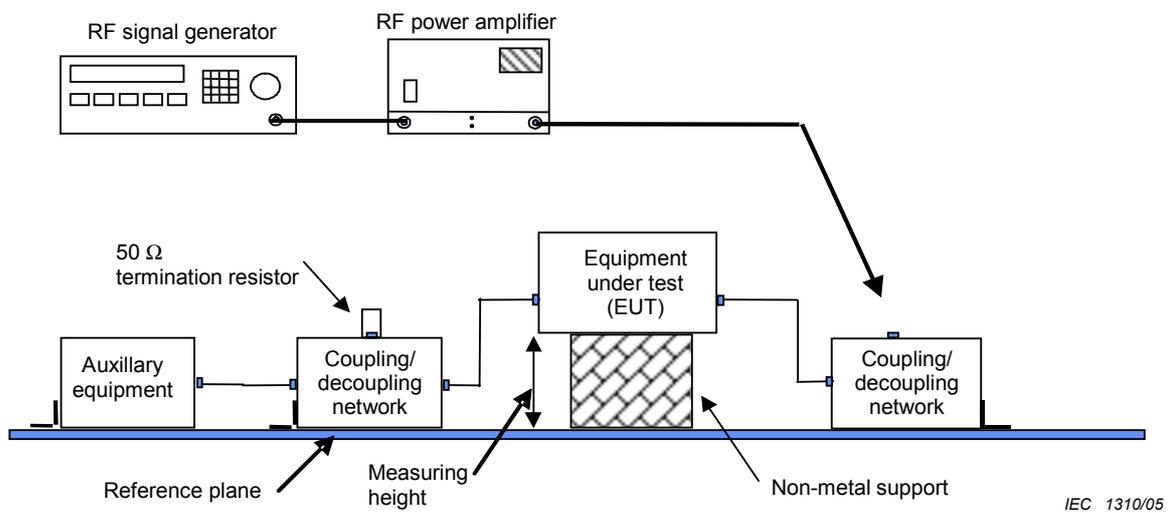
Lorsque des mesures sont effectuées à l'aide d'une carte d'essai différente de celle définie dans la CEI 62132-1, cette carte d'essai doit être décrite de telle sorte que la répétition de la mesure reste possible. Si nécessaire, une copie du montage et du schéma de circuit doit être ajoutée au rapport d'essai.

4.3 Basic test set-up

The RF immunity measurements shall take place above a metallic reference plane, see Figure 1 for an open set-up (according to IEC 61000-4-6). With common-mode impedances defined by using the coupling and decoupling networks (CDNs), relations between the applied disturbance voltage, while testing against RF immunity, and the locally created E/H fields can be calculated.

4.4 Workbench concept

In principle coupling and decoupling is similar to the method given in IEC 61000-4-6; see Figure 1. With this workbench method, a small Faraday cage is used. Discrete resistors, connected to several common-mode points (to the PCB ground) or ports (as referred to the signals) of the test board are implemented to represent the coupling.



RF source (generator and power amp) connected to one of the CDNs in turn. All other coupling and decoupling networks CDNs need to be terminated with 50 Ω .

Figure 1 – Conducted immunity measurement method – General set-up

The decoupling of supply and/or other I/O lines takes place via inductances built on ferrite cores representing impedances $\gg 150 \Omega$ at the frequencies of interest and feed-through filters installed on the wall of the cage. The workbench basic set-up is shown in Subclause 7.3.

5 Test conditions

The test conditions shall be as described in IEC 62132-1.

The workbench method can be used for either absolute or comparative testing of ICs, either on the predefined, standardised test board, or for the measurement of definitive application boards.

When measurements are carried out using a test board other than defined in IEC 62132-1, that test board shall be described such that repetition of the measurement remains possible. When necessary, a copy of the layout and circuit diagram shall be added to the test report.

6 Equipement d'essai

L'équipement d'essai doit satisfaire aux exigences décrites dans la CEI 62132-1.

Dans le cadre de l'essai d'immunité RF, la tension du générateur d'essai en circuit ouvert est définie. L'ajout d'une résistance en série (100 Ω avec le réseau de couplage) n'affecte pas cette tension du générateur d'essai en circuit ouvert. A ce titre, aucune compensation ne doit être appliquée au cours de l'essai d'immunité.

Le générateur d'essai utilisé doit satisfaire aux exigences suivantes:

- Générateur RF capable de couvrir l'ensemble de la gamme de fréquences concernée, et d'être modulé en amplitude par une onde sinusoïdale de 1 kHz avec une profondeur de modulation de 80%. Le générateur RF doit avoir une capacité de balayage automatique et/ou une commande manuelle.

NOTE 1 La profondeur de modulation de 80% peut également être appliquée tout en maintenant le niveau de crête RF; voir la CEI 62132-1.

- Affaiblisseur T1 (généralement 0 dB – 40 dB) avec des caractéristiques de fréquence adéquates pour contrôler le niveau de la source d'essai perturbatrice. T1 peut être, et est souvent, inclus dans le générateur RF; voir la Figure 2.
- L'interrupteur RF S1 est utilisé pour commuter le signal perturbateur au cours des essais d'immunité. S1 peut être inclus dans le générateur RF, et est facultatif; voir la Figure 2.
- L'amplificateur de puissance (PA) peut être nécessaire pour amplifier le signal si la sortie du générateur RF est insuffisante. Le PA doit avoir une fréquence appropriée afin de couvrir la gamme concernée. La distorsion doit être d'au moins 20 dB en dessous de l'amplitude du niveau de la porteuse.
- Lorsqu'un circuit avec une fonction analogique/numérique combinée est appliqué sur la carte d'essai, la fréquence fonctionnelle, sous l'effet des harmoniques ou des sous-harmoniques du générateur RF et de l'amplificateur de puissance RF, doit être supprimée par des filtres appropriés.
- Des filtres passe-bas/passe-haut doivent être appliqués si nécessaire, afin d'empêcher l'interaction de signaux fonctionnels avec les tensions mesurées. Les filtres appliqués doivent être décrits dans le rapport d'essai.
- Affaiblisseur T2 (fixé à 6 dB, $Z_o = 50 \Omega$), avec une puissance nominale suffisante. T2 est destiné à réduire le défaut d'adaptation entre le générateur ou l'amplificateur de puissance (50 Ω) et les dispositifs de couplage (150 Ω). T2 doit être situé aussi près que possible du dispositif de couplage.

NOTE 2 T2 peut être inclus dans le dispositif de couplage, et peut être exclu si la sortie du générateur ou de l'amplificateur de puissance reste dans la spécification sous la condition de charge donnée.

Les dimensions physiques du banc de travail peuvent être telles que décrites à l'Annexe A de la présente norme.

7 Montage d'essai

7.1 Généralités

Le montage doit être conforme à la CEI 62132-1.

6 Test equipment

The test equipment shall meet the requirements as described in IEC 62132-1.

For the purpose of the RF immunity test, the open-circuit test generator voltage is defined. Adding series resistance (100 Ω with the coupling network) does not affect this open-circuit test generator voltage. As such no compensation shall be applied during the immunity test.

The test generator used shall meet the following requirements:

- RF generator capable of covering the whole frequency range of interest, and or being amplitude-modulated by a 1 kHz sine wave with a modulation depth of 80 %. The RF generator shall have an automatic sweep capability and /or manual control.

NOTE 1 The 80 % modulation depth can also be applied while maintaining the peak RF level, see IEC 62132-1.

- Attenuator T1 (typically 0 dB – 40 dB) of adequate frequency rating, to control the disturbing test source level. T1 may be, and often is, included in the RF generator, see Figure 2.
- RF switch S1 is used to switch the disturbing signal during immunity testing. S1 may be included in the RF generator, and is optional, see Figure 2.
- Power amplifier (PA) may be necessary to amplify the signal if the output of the RF generator is insufficient. PA shall have an appropriate frequency to cover the range of interest. The distortion shall be at least 20 dB below the amplitude of the carrier level.
- When a circuit with a mixed analogue/digital function is implemented on the test board, harmonics and sub-harmonics of the RF generator and RF power amplifier, appearing inside the functional frequency range of application, shall be suppressed by appropriate filters.
- Low-pass/high-pass filters shall be applied when necessary, to prevent interaction of functional signals with the measured voltages. The applied filters shall be described in the test report.
- Attenuator T2 (fixed at 6 dB, $Z_o = 50 \Omega$), with sufficient power rating. T2 is provided to reduce the mismatch from the generator or power amplifier (50 Ω) to the coupling devices (150 Ω). T2 shall be located as close as possible to the coupling device.

NOTE 2 T2 may be included in the coupling device, and can be left out if the output of the generator or power amplifier remains within the specification under the given load condition.

The physical size of the workbench is described in Annex A.

7 Test set-up

7.1 General

The set-up shall conform to the IEC 62132-1.

7.2 Blindage et champs ambiants

La cage de Faraday sur banc de travail est un montage blindé. A ce titre, aucun blindage supplémentaire ne sera nécessaire. L'efficacité de blindage requise de la cage de Faraday sur banc de travail est ≥ 40 dB, dans une gamme comprise entre 10 MHz et 1 GHz [5]⁵.

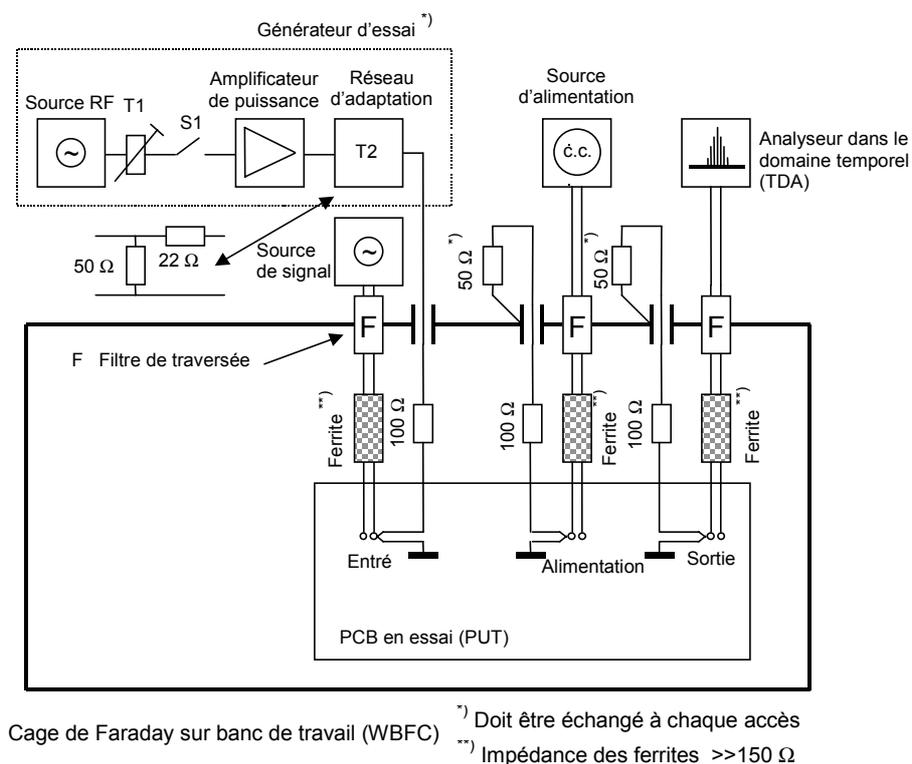
NOTE Un montage non blindé semblable à celui de la CEI 61000-4-6 peut également être utilisé lorsque les champs résultants produits par le montage sont tels qu'une perturbation affectant d'autres appareils ne se produit pas.

7.3 Montage du banc de travail

Le montage du banc de travail pour effectuer les mesures d'immunité RF est représenté à la Figure 2. La carte d'essai en essai ou la carte d'essai telle que décrite dans la CEI 62132-1 est placée sur un support isolant à 30 mm au-dessus de la plaque inférieure avec le ou les CI à soumettre aux essais faisant face à la plaque inférieure.

7.4 Connexions à la carte d'essai

Toutes les connexions fonctionnelles, telles que l'alimentation et l'appareil auxiliaire, à la carte d'essai en essai ou à la carte d'essai dédiée, sont alimentées par l'intermédiaire de filtres dédiés montés sur la paroi de la cage. Tous les fils provenant de ces filtres doivent être enroulés sur des noyaux à anneau en ferrite afin de créer une impédance en mode commun élevée ($Z_{L_{CM}} \geq 300 \Omega$ à 150 kHz) entre la carte d'essai et la référence (paroi/fond) de la cage.



IEC 1311/05

Figure 2 – Montage pour les essais d'immunité RF à l'aide de la méthode de la cage de Faraday sur banc de travail

⁵ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

7.2 Shielding and ambient fields

The workbench Faraday cage is a shielded set-up. As such, no additional shielding will be necessary. The required shielding effectiveness of the workbench cage is ≥ 40 dB, over a range of 10 MHz to 1 GHz [5]⁶.

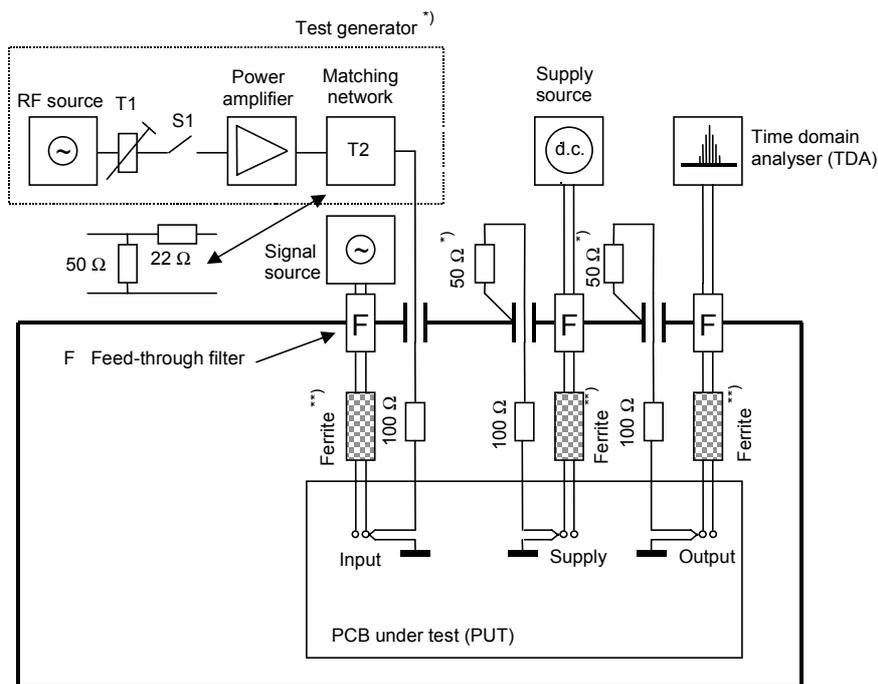
NOTE A non-shielded set-up equal to IEC 61000-4-6 can also be used when the resulting fields generated by the set-up are such that disturbance to other equipment does not occur.

7.3 Workbench set-up

The workbench set-up for carrying out the RF immunity measurement is shown in Figure 2. The test board under test or the test board as described in IEC 62132-1 is placed on an insulating support horizontally at 30 mm above the bottom plate with the IC(s) to be tested facing the bottom plate.

7.4 Connections to the test board

All functional connections, like power supply and auxiliary equipment, to the test board under test or the dedicated test board are fed through dedicated filters mounted on the wall of the cage. All wires from these filters need to be wrapped on ferrite ring cores to create a high common-mode impedance ($Z_{LCM} \geq 300 \Omega$ at 150 kHz) between the test board and the reference (wall/ bottom) of the cage.



Workbench Faraday cage (WBFC) ^{*)} Shall be interchanged at each port
^{**) Ferrite impedance $\gg 150 \Omega$}

IEC 1311/05

Figure 2 – Set-up for RF immunity testing using the workbench Faraday cage

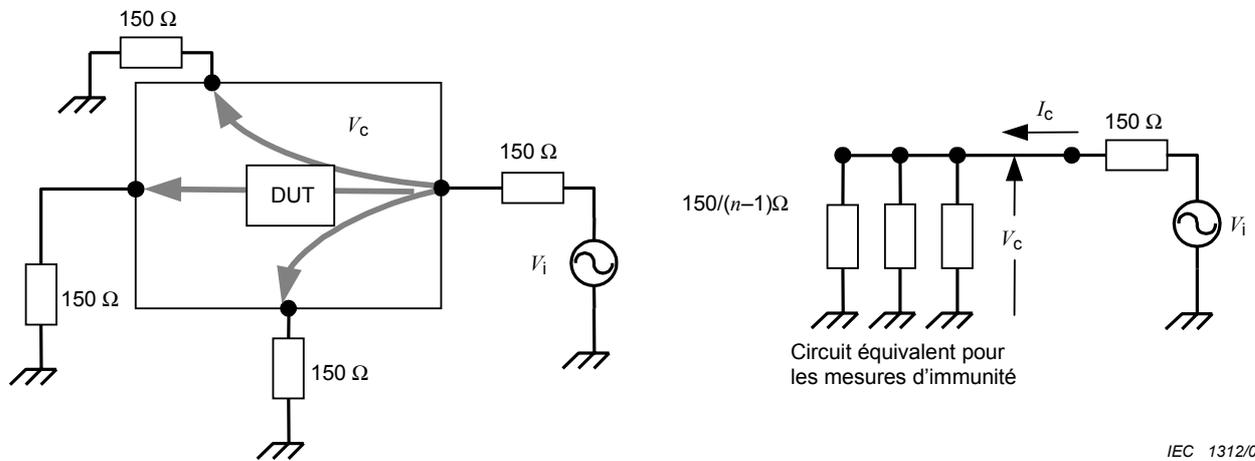
⁶ The figures between brackets refer to the bibliography.

7.5 Points en mode commun

7.5.1 Généralités

Pour la répétabilité, les points en mode commun choisis doivent être non ambigus, étant donné que la distribution du courant résultant dépendra de l'emplacement des points de mode commun. Sous l'effet du signal du générateur d'essai E, le champ H et le couplage d'impédance en mode commun apparaîtront avec l'application.

Le générateur d'essai doit être connecté aux accès d'injection successivement. La réaction la plus défavorable (détection, gigue, décalage continu) de l'équipement sous test (EST) doit être enregistrée. A son tour, la carte d'essai doit subir une rotation de 90°, et les deux mesures doivent ensuite être répétées à nouveau. A ce titre, le résultat doit être une figure du cas le plus défavorable.



IEC 1312/05

$$I_c = \frac{V_i}{150 + 150 / (n - 1)}$$

Figure 3 – Influence du nombre choisi de points en mode commun

Avec les mesures, le nombre de points en mode commun, à savoir 2, 3 ou 4, qui sont utilisés, doit être enregistré dans le rapport d'essai, dans la mesure où ce nombre influencera en grande partie le résultat mesuré; voir la Figure 3. Une erreur de 4 dB est estimée entre les applications dans lesquelles 2 ou 4 accès sont terminés. A ce titre, un montage avec seulement 2 accès connectés est recommandé, toutes les autres connexions étant laissées ouvertes ou découplées en utilisant les noyaux en ferrite; voir la Figure 4.

7.5.2 Essais comparatifs

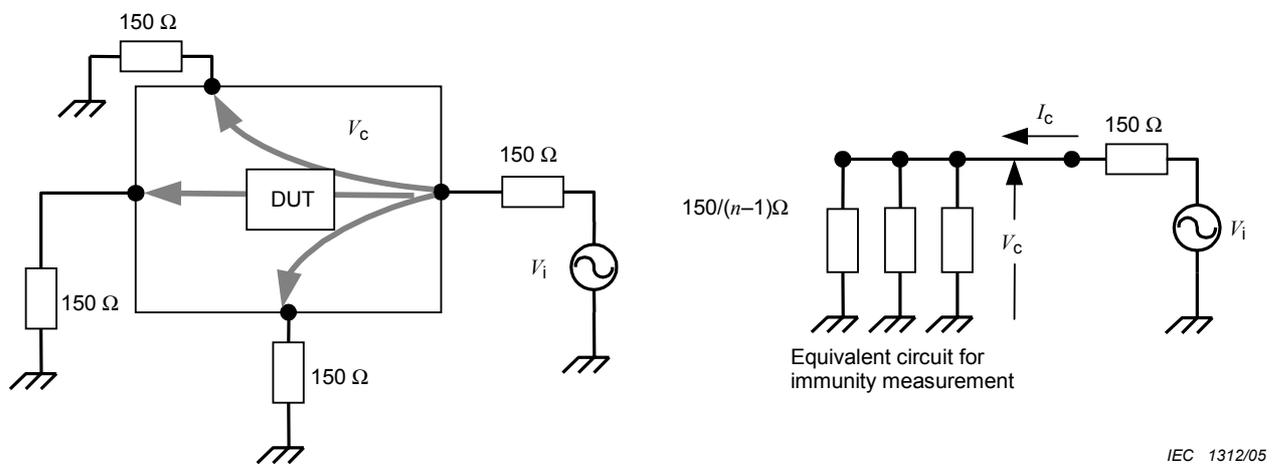
Dans le cas de mesures comparatives, à l'aide de la carte d'essai normalisée, quatre mesures doivent être réalisées à l'aide des deux points en mode commun aux côtés opposés de la carte d'essai successivement. Les deux premières mesures doivent être telles que représentées à la Figure 4. Les tensions doivent être injectées en série avec chaque charge de 100 Ω, tandis qu'une résistance de 50 Ω termine l'autre. Les autres mesures seront similaires, mais avec la carte d'essai ayant subi une rotation de 90°, et avec les deux points en mode commun connectés aux côtés adjacents de la carte d'essai. La réponse maximale au cours des diverses injections dans toutes les orientations doit être rassemblée.

7.5 Common-mode points

7.5.1 General

For the sake of repeatability, the common-mode points selected shall be unambiguous, as the resulting current distribution will depend on the location of the common-mode points. As a result of the test generator's signal, E, H-field and common impedance coupling will occur with the application.

The test generator shall be connected to the injection ports successively. The worst-case reaction (detection, jitter, DC-offset) of the EUT shall be registered. In turn, the test board shall be rotated by 90°, whereafter the two measurements shall be repeated again. As such, a worst-case figure shall be the result.



$$I_c = \frac{V_i}{150 + 150 / (n - 1)}$$

Figure 3 – Influence of selected number of common-mode points

With the measurements, the number of common-mode points 2, 3 or 4 which are used shall be recorded in the test report, as this number will influence the measured result substantially, see Figure 3. An error of 4 dB is estimated between applications where 2 or 4 ports are terminated. As such, a set-up with only 2 ports connected is recommended while all other connections are left open or decoupled by using the ferrite cores, see Figure 4.

7.5.2 Comparison testing

In the case of comparative measurements, using the standardised test board, four measurements shall be carried out using the two common-mode points at the opposite sides of the test board in turn. The first two measurements shall be as shown in Figure 4. The voltages shall be injected in series with each 100 Ω load, while a 50 Ω resistance terminates the other one. The other measurements will be similar, but with the test board rotated by 90° and with the two common-mode points connected at the adjacent sides of the test board. The responses during the various injections in all orientations shall be recorded.

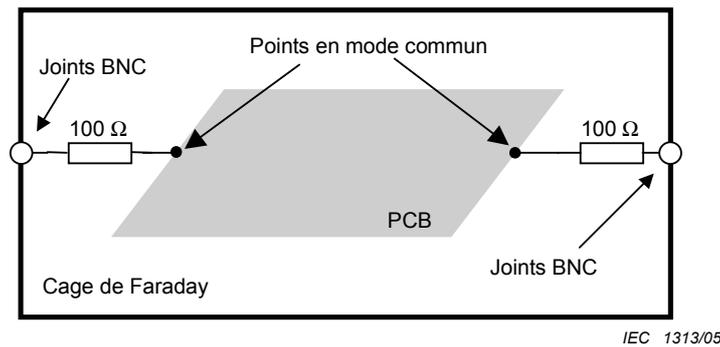


Figure 4 – Position des points en mode commun

7.5.3 Application définitive

Le nombre et la position des points en mode commun doivent être fixés de telle sorte qu'ils représentent l'application finale. Les connexions types des points en mode commun sur la carte d'essai sont sur le plan de masse PCB à proximité ou au niveau de l'entrée du signal, de l'alimentation et de la sortie du signal; voir aussi les Figures 2 et 4. Deux points, l'un pour l'injection du signal de perturbation et l'autre pour la terminaison, doivent être utilisés et doivent être connectés successivement aux points en mode commun disponibles sur la carte d'essai.

Généralement, un point en mode commun doit être connecté à chaque endroit sur la masse PCB, où un groupe de fils ou de câbles est connecté à la carte d'essai. Il convient que des fils multiples, positionnés géométriquement dans l'application et dans la même direction, soient considérés comme un câble. Pour les petites cartes d'essai ($\leq 0,01 \text{ m}^2$), le nombre recommandé de points en mode commun doit être de deux, mais doit être limité à un maximum de cinq. Une photographie représentant le montage utilisé peut être ajoutée au rapport d'essai.

7.6 Cage de Faraday sur banc de travail – Application pratique

Les dimensions physiques de la cage de Faraday sur banc de travail sont représentées aux Figures A.1 et A.2.

Les connecteurs de traversée BNC sont montés sur la paroi latérale à une hauteur de 0,03 m. En général, 5 connecteurs sont suffisants: 2 types de joints pour connecter les points en mode commun choisis de la carte d'essai successivement (entrée, sortie et alimentation) et les 3 autres types de traversée pour d'autres besoins fonctionnels. Les connecteurs peuvent être placés sur des côtés opposés l'un par rapport à l'autre, par exemple 2 sur un côté et 3 sur les parois latérales opposées de la cage.

Des connecteurs et des filtres de traversée du signal d'E/S appropriés doivent être montés sur la paroi du banc de travail, de telle sorte que l'EST puisse fonctionner comme prévu. A titre d'exemple, les éléments suivants peuvent être utilisés comme lignes directrices:

- 6 condensateurs de traversée (62 nF, 16 A, 500 V)
- 4 filtres en pi (2 x 1,35 nF + 8 μH); voir la Figure A.3.

Le choix de ces filtres de traversée passe-bas est tel que, dans un environnement de 50 Ω, la performance des signaux fonctionnels jusqu'à quelques 100 kHz n'est pas affectée.

Davantage de filtres spécifiques ou d'autres filtres spécifiques peuvent être utilisés si nécessaire. Ceux-ci doivent être décrits dans le rapport d'essai.

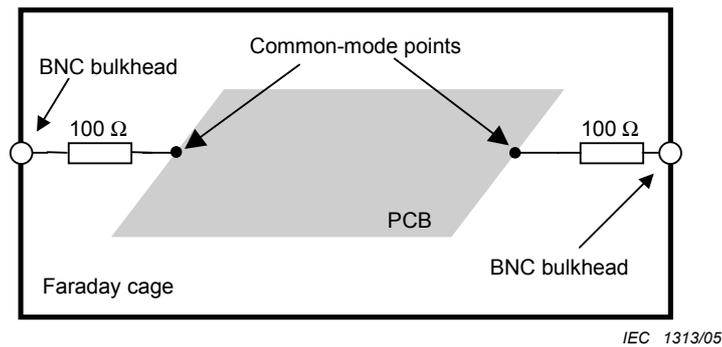


Figure 4 – Position of common-mode points

7.5.3 Definitive application

The number and position of common-mode points shall be set in such a way that they represent the final application. Typical connections of common-mode points on the test board are on the PCB ground plane near or at the signal input, power supply and signal output (see also Figures 2 and 4). At least two points, i.e. one for disturbance signal injection and the other for termination, shall be used which need to be connected successively to the common-mode points available on the test board.

Typically, a common-mode point shall be connected at each place on the PCB ground where a group of wires or cable is connected to the test board. Multiple wires, running in the application geometrically in the same direction, should be considered as one cable. For small test boards ($\leq 0,01 \text{ m}^2$), the recommended number of common-mode points shall be two, but needs to be restricted to a maximum of five. A photograph showing the used set-up may be added to the test report.

7.6 Workbench Faraday cage – Practical implementation

The physical dimensions of the workbench Faraday cage are shown in Figures A.1 and A.2.

BNC feed-through connectors are mounted at the sidewall at a height of 0,03 m. In general, 5 connectors are sufficient: 2 bulkhead types for connecting the chosen common-mode points selected of the test board successively (input, output and supply) and the other 3 feed-through types for other functional purposes. The connectors may be placed on opposite side to each other, e.g. 2 on one side and 3 on the opposite sidewalls of the cage.

Appropriate I/O signal feed-through connectors and filters shall be mounted on the wall of the workbench, such that the EUT can be operated as intended. As an example, the following can be used as a guideline:

- 6 feed-through capacitors (62 nF, 16 A, 500 V)
- 4 pi-filters (2 x 1,35 nF + 8 μH); see Figure A.3.

The choice for these low-pass feed-through filters is such that, in a 50 Ω environment, the performance of functional signals up to a few 100 kHz is not affected.

More or other specific filters may be used when necessary. These shall be described in the test report.

Le découplage se produit en ajoutant une inductance en mode commun afin de créer une impédance en mode commun élevée dans la gamme de fréquences comprise entre 150 kHz et 1 GHz. Cette impédance est obtenue en utilisant un matériau en ferrite absorbant et non conducteur, tel le NiZn. Les matériaux avec une valeur $\mu_r \geq 1000$ sont applicables. Le nombre minimal d'enroulements dépend de la taille et du type de ferrite. Une impédance en mode commun d'au moins 300 Ω à 150 kHz est nécessaire afin de satisfaire aux exigences d'impédance du Tableau C.2.

NOTE L'impédance en mode commun de 150 Ω est justifiée sur les résultats expérimentaux [1], [2]. La méthode proposée peut également être utilisée avec des impédances en mode commun plus faibles, par exemple 50 Ω , lorsqu'elles sont considérées comme appropriées pour une application spécifique. Il convient que les écarts par rapport à la valeur nominale de 150 Ω soient indiqués dans le rapport d'essai.

Les compositions d'un connecteur de châssis BNC, de quatre résistances en série de 390 Ω en parallèle et d'une pince crocodile doivent être réalisées afin de régler l'impédance en mode commun; voir la Figure A.4. Il convient que le diamètre de l'ensemble du conducteur soit de 13 mm \pm 1 mm. Le conducteur doit être situé à 0,03 m au-dessus du plan de référence (il s'agit généralement du fond de la cage). A ce titre, une ligne de transmission avec une impédance caractéristique de 150 $\Omega \pm 50 \Omega$ est créée; voir la Figure A.5. Une longueur moyenne de 0,1 m est généralement suffisante. D'autres longueurs sont autorisées, à condition que les exigences d'impédance soient satisfaites.

La hauteur de mesure de 0,03 m entre le fond de la cage sur banc de travail et la carte d'essai en essai doit être assurée en utilisant un support isolant, par exemple de la mousse de polystyrène.

7.7 Carte d'essai

Selon l'objet des mesures, différents types de cartes d'essai peuvent être utilisés:

- a) essais de préconformité. Chaque carte d'essai peut être utilisée, à condition que la séparation entre le bord de la carte d'essai et les parois de la cage soit de 0,06 m ou plus;
- b) comparaison absolue. La carte d'essai doit être telle que décrite dans la CEI 62132-1.

8 Procédure d'essai

8.1 Généralités

Les procédures d'essai sont décrites dans la CEI 62132-1. Cet article décrit des exigences spécifiques pour le banc de travail.

- L'essai doit être réalisé avec le générateur d'essai connecté à chaque accès successivement, tandis qu'une résistance de 50 Ω termine tous les autres accès des dispositifs de couplage/découplage.
- Pour les essais comparatifs utilisant la carte d'essai normalisée, il est conseillé d'utiliser deux points en mode commun. Ces deux points seront connectés en opposition l'un par rapport à l'autre. Les deux accès doivent être mesurés avec l'analyseur de spectre ou le voltmètre sélectif, et les valeurs maximales mesurées à chaque fréquence doivent être enregistrées (position de maintien du maximum). La carte d'essai doit ensuite subir une rotation de 90° et deux mesures avec l'analyseur toujours en position de maintien du maximum doivent à nouveau être répétées. A ce titre, une mesure du cas le plus défavorable est effectuée.

Decoupling takes place by adding common-mode inductance to create high common-mode impedance over the frequency range of 150 kHz to 1 GHz. This impedance is achieved by using absorptive, non-conducting ferrite material like NiZn. Materials with a $\mu_r \geq 1\,000$ are applicable. The minimum number of windings depends on the size and type of ferrite. At least a common-mode impedance of $300\ \Omega$ at 150 kHz is required to satisfy the impedance requirements of Table C.2.

NOTE The common-mode impedance of $150\ \Omega$ is justified on experimental results [1], [2]. The method proposed can also be used with lower common-mode impedances e.g. $50\ \Omega$ when considered appropriate for a specific application. Deviations from the nominal value of $150\ \Omega$, should be stated in the test report.

Compositions of a BNC chassis connector, four $390\ \Omega$ series resistors in parallel and an alligator clip, shall be made to set the common-mode impedance, see Figure A.4. The diameter of the whole conductor should be $13\ \text{mm} \pm 1\ \text{mm}$. The conductor shall be placed at $0,03\ \text{m}$ above the reference plane (it is usually the bottom of cage). As such a transmission line with a characteristic impedance of $150\ \Omega \pm 50\ \Omega$ is created, see Figure A.5. An average length of $0,1\ \text{m}$ usually is sufficient. Other lengths are allowed as long as the impedance requirements are met.

The measuring height of $0,03\ \text{m}$ between the bottom of the workbench cage and the test board under test shall be assured by using an insulating support e.g. polystyrene foam.

7.7 Test board

Depending on the purpose of the measurements, different kind of test boards can be used:

- a) pre-compliance testing. Any board (PCB) can be used, as long as the separation from the edge of the board to the walls of the cage is $0,06\ \text{m}$ or more;
- b) absolute comparison. The test board shall be as described in IEC 62132-1.

8 Test procedure

8.1 General

The test procedures are described in the IEC 62132-1. This clause describes specific requirements for the workbench.

- The test shall be performed with the test generator connected to each port in turn, while a $50\ \Omega$ resistor terminates all other ports of the coupling/decoupling devices.
- For comparison testing using the standardised test board, it is advised to use two common mode points. These two will be connected opposite to each other. Both ports shall be measured with the spectrum analyser or selective voltmeter, and the maximum measured values at each frequency shall be recorded (max-hold position). Then the test board shall be turned by 90° and two measurements with the analyser still in max hold shall be repeated again. As such a worst-case measurement is carried out.

8.2 Exigences pour l'essai de la cage de Faraday sur banc de travail

Les aspects suivants doivent être indiqués précisément:

- a) l'orientation de la carte d'essai;
- b) le nombre et la ou les positions des points en mode commun;
- c) le type et la position des connexions périphériques à la carte d'essai (alimentation, signaux);
- d) le type de filtrage et de câblage périphérique appliqués;
- e) le type et le nombre d'inductances d'arrêt en mode commun utilisés.

L'appareil de mesure doit enregistrer la réponse mesurée maximale du dispositif à l'essai (DEE) à chaque fréquence (position de maintien du maximum). Les accès d'injection RF doivent être échangés à chaque accès successivement, de telle sorte que la réponse totale du cas le plus défavorable (niveau le plus élevé) à tous les accès soit mesurée.

Lorsque cela est possible, une photographie du montage doit être faite et ajoutée au rapport d'essai.

9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit être tel que décrit dans la CEI 62132-1. Le rapport d'essai doit contenir toutes les exigences spécifiques.

8.2 Requirements for the workbench Faraday cage test

The following aspects shall be stated accurately:

- a) the orientation at the test board;
- b) the number and position(s) of common-mode points;
- c) the type and position of the peripheral connections to the test board (power supply, signals);
- d) the type of the applied filtering and peripheral cabling;
- e) the type and number of the common-mode chokes used.

The measuring instrument shall record the measured response of the device under test (DUT) at each frequency (max-hold position). The RF injection ports shall be interchanged at each port in turn, such that the total worst-case response (highest level) from all ports is measured.

When possible, a photograph of the set-up shall be made and added to the test report.

9 Test report

The test report shall be as described in IEC 62132-1. The test report shall contain all specific requirements.

Annexe A (normative)

Spécification particulière de la cage de Faraday sur banc de travail (WBFC)

A.1 Paramètres mécaniques

La dimension recommandée du banc de travail est choisie de telle sorte qu'il puisse contenir la plupart des applications et des cartes d'évaluation types, tout en maintenant une distance d'au moins 0,06 m de tous les côtés de la carte. La structure mécanique suivante est recommandée pour la cage de Faraday sur banc de travail:

Longueur x Largeur x Hauteur = 0,5 m x 0,35 m x 0,15 m; voir aussi la Figure A.1.

Les bancs de travail sont réalisés en fer sans carbone (acier inoxydable), d'épaisseur ≥ 1 mm. Le banc se compose d'un boîtier et d'un couvercle. Le couvercle doit être fermé fermement à l'aide de 4 dispositifs de fixation. Un joint conducteur est utilisé entre la cage et le couvercle, afin d'obtenir un contact adéquat. Ce joint est monté sur les bords supérieurs du boîtier. Les bords sont repliés sur 90°. L'intérieur du boîtier est couvert par un matériau isolant antistatique afin d'éviter un court-circuit de la carte d'essai vers la cage. Sur le dessus, un support isolant doit être utilisé pour soutenir la carte d'essai, afin de maintenir la hauteur de mesure à 0,03 m.

Sur les deux parois de la cage, 5 connecteurs de traversée BNC sont montés. La hauteur est de 0,03 m à partir du plancher de la cage. Ces connecteurs peuvent être répartis comme représenté à la Figure A.1. D'autres connecteurs ou plus de connecteurs peuvent être utilisés si nécessaire.

Un boîtier supplémentaire est monté. Ce boîtier contient des condensateurs de traversée, des filtres supplémentaires et des connecteurs applicables afin de pouvoir faire fonctionner le CI comme nécessaire. Des connecteurs généralement universels sont utilisés.

Annex A (normative)

Detailed specification of workbench Faraday cage (WBFC)

A.1 Mechanical parameters

The recommended size of the workbench is chosen so that it can contain most typical applications and evaluation boards, while maintaining a distance of at least 0,06 m from all sides of the board. The following mechanical structure is recommended for the workbench Faraday cage:

Length x Width x Height = 0,5 m x 0,35 m x 0,15 m, see also Figure A.1.

The workbenches are made of carbon-free iron (stainless steel), ≥ 1 mm thick. The workbench consists of a box, and a cover. The cover shall be firmly closed by means of 4 fasteners. A conductive gasket is used between the cage and the cover, in order to achieve a proper contact. This gasket is mounted on the top edges of the box. The edges are folded over 90°. The inside of the box is covered with an anti-static insulating material to avoid a short of the test board towards the cage. An insulating support shall be used to support the test board, in order to maintain the measuring height at 0,03 m.

On two walls of the cage five BNC feed-through connectors are mounted. The height is 0,03 m from the floor of the cage. These connectors may be distributed as shown in Figure A.1. Other, or more, connectors may be used when required.

An additional box is mounted. This box contains feed through capacitors, additional filters and applicable connectors in order to be able to exercise the IC as needed. Usually universal connectors are applied.

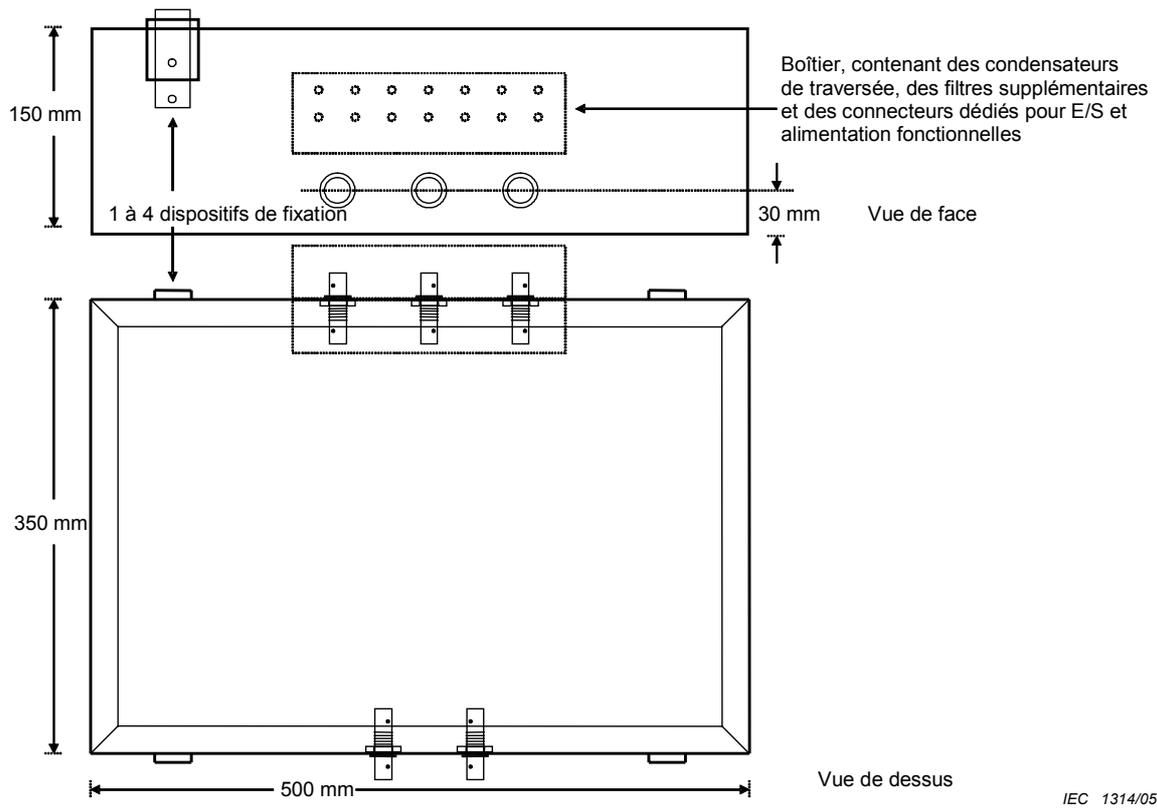


Figure A.1 – Dessin mécanique de la cage de Faraday sur banc de travail

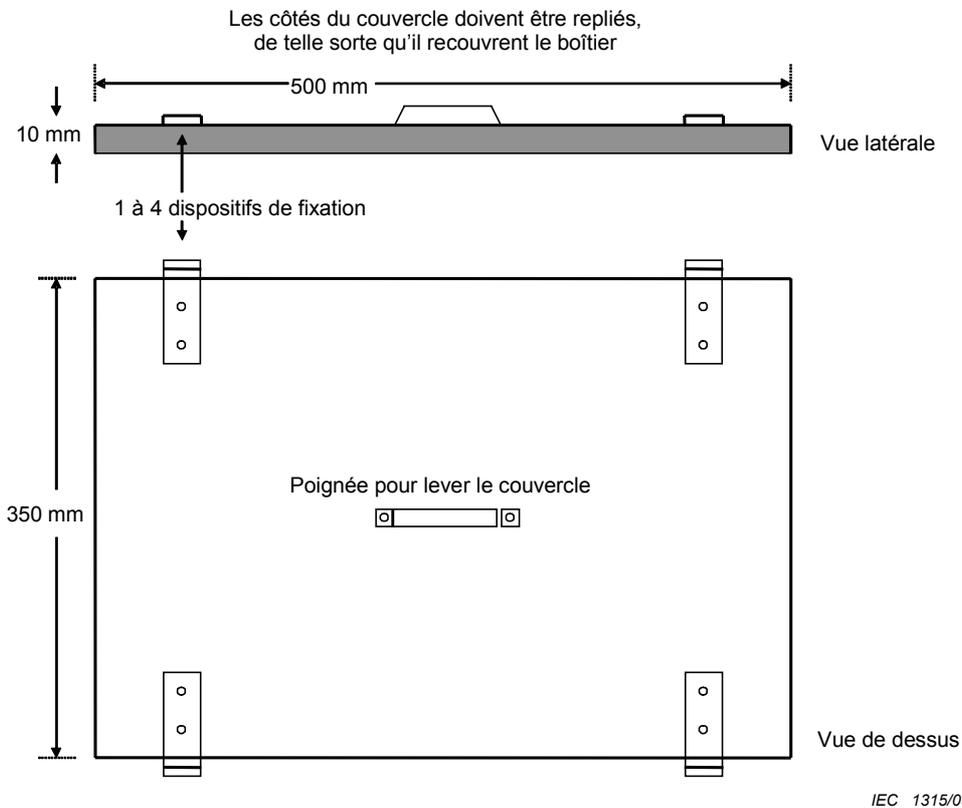


Figure A.2 – Dessin mécanique du banc de travail – Couvercle

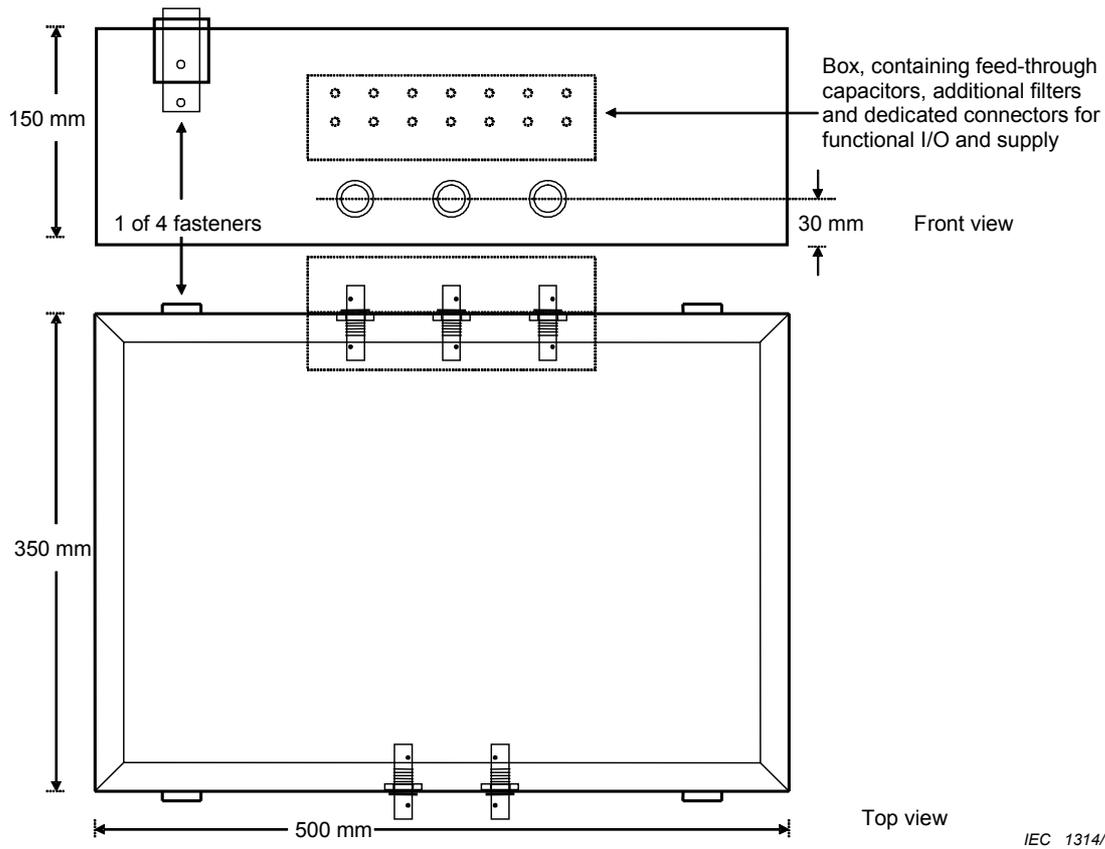


Figure A.1 – Mechanical drawing of workbench Faraday cage

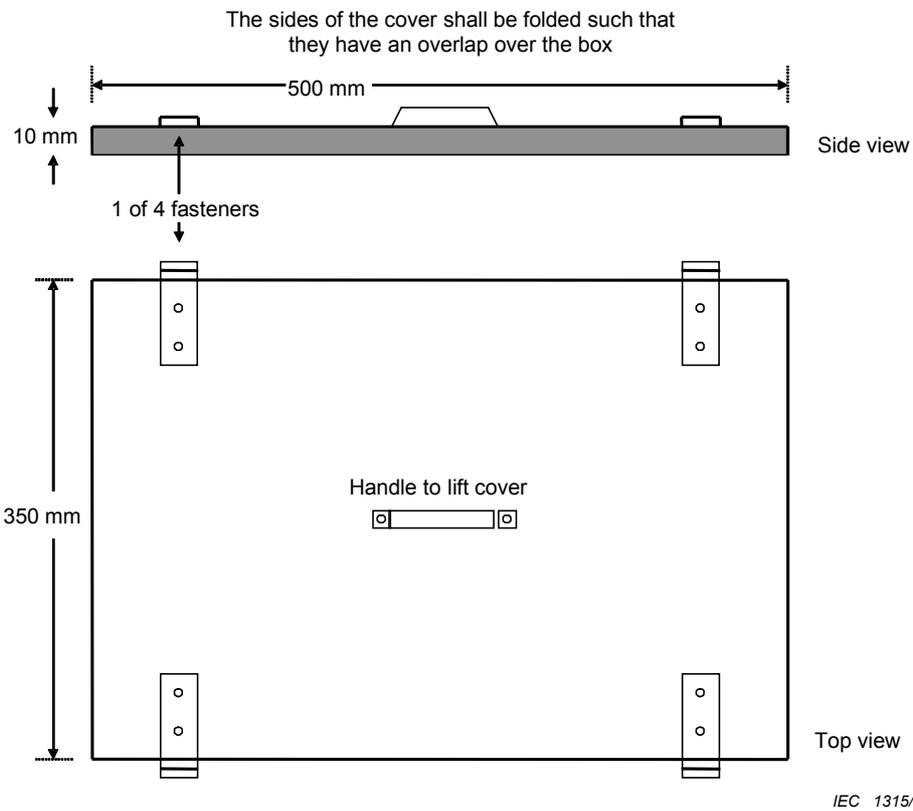
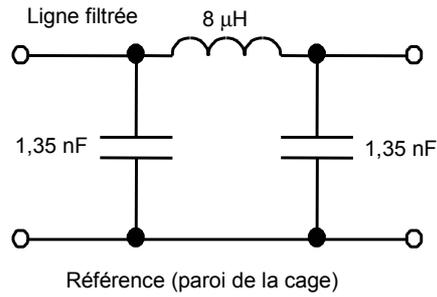
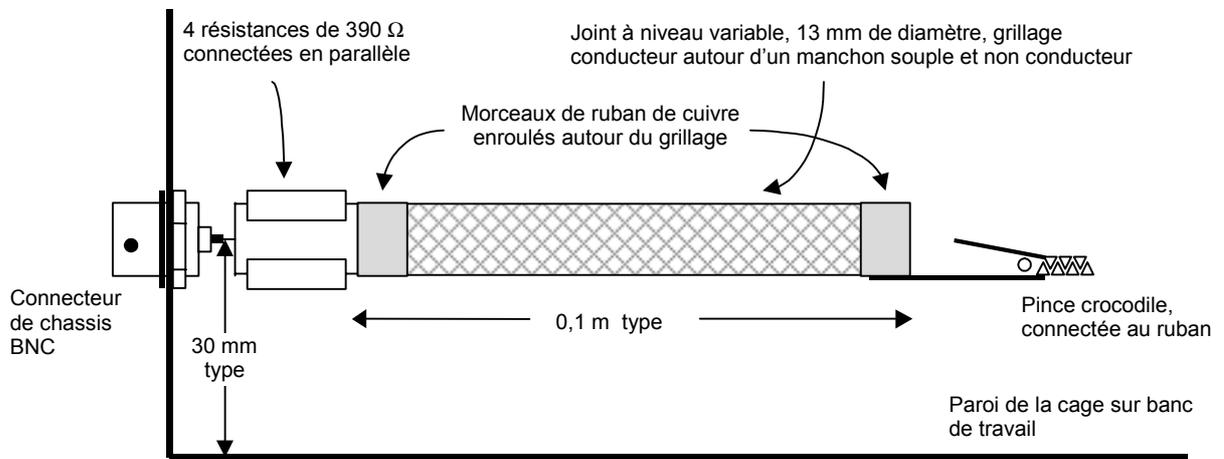


Figure A.2 – Mechanical drawing of workbench – Cover

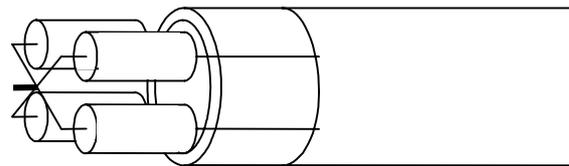


IEC 1316/05

Figure A.3 – Filtre de traversée passe-bas

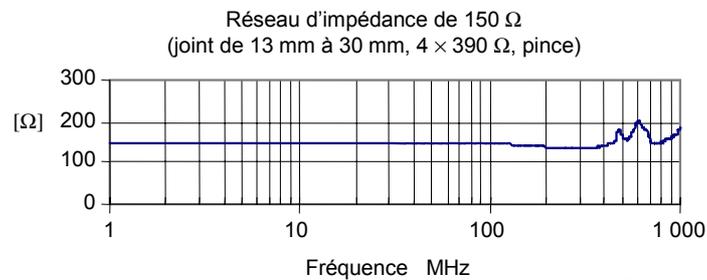


Détails de 4 résistances connectées au grillage. Les résistances ne doivent pas être en spirale, film métallique d'un diamètre de 6 mm type. Elles étendent la structure type fixée par le grillage de 13 mm



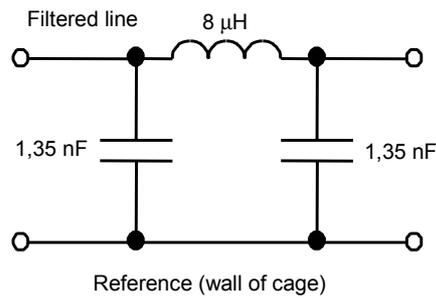
IEC 1317/05

Figure A.4 – Exemple de construction du réseau de 150 Ω



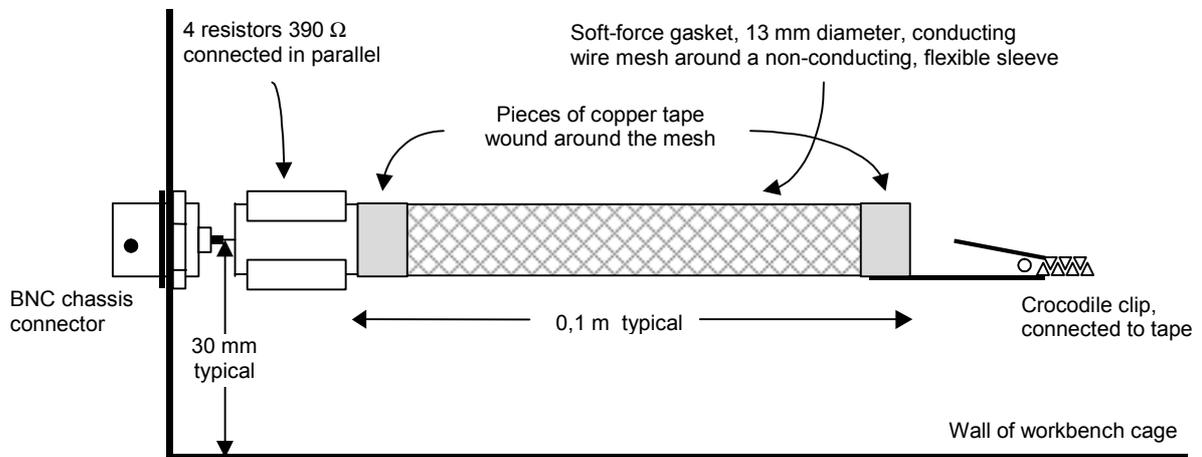
IEC 1318/05

Figure A.5 – Exemple d'impédance mesurée du réseau de 150 Ω

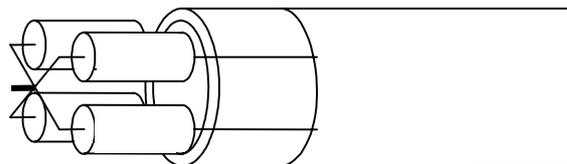


IEC 1316/05

Figure A.3 – Low-pass feed-through filter

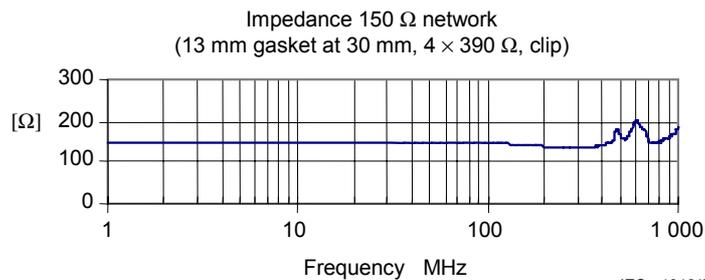


Details of 4 resistors connected to wire mesh. Resistors shall be non-spiraled, metal film with a diameter of 6 mm typical. They extend the typical structure set by the 13 mm wire mesh.



IEC 1317/05

Figure A.4 – Example of a construction of the 150 Ω network



IEC 1318/05

Figure A.5 – Example of the measured impedance of the 150 Ω network

A.2 Etalonnage du réseau de 150 Ω

La méthode d'étalonnage du réseau de 150 Ω pour déterminer l'impédance en mode commun au niveau de la connexion à l'EST, c'est-à-dire à la carte de circuit imprimé en essai, est similaire à la méthode décrite dans la CEI 61000-4-6. Voir la Figure A.6. Dans ce cas particulier, le plan de référence de l'impédance (un plateau métallique en forme de L, de 100 mm de largeur avec un châssis BNC ou un répartiteur de câblage situé à 0,03 m au-dessus du fond) est situé à l'intérieur du banc de travail en faisant un contact RF vers le fond de la cage et tout en étant connecté à l'accès de l'analyseur de réseau par l'un des connecteurs de traversée coaxiaux sur la paroi de la cage de Faraday. L'analyseur de réseau doit être étalonné en conséquence au niveau de ce plan de référence de l'impédance. Ensuite, l'impédance en mode commun établie par la ligne de transmission et le réseau d'adaptation peut être mesurée. Un résultat comme indiqué à la Figure A.5 peut suivre.

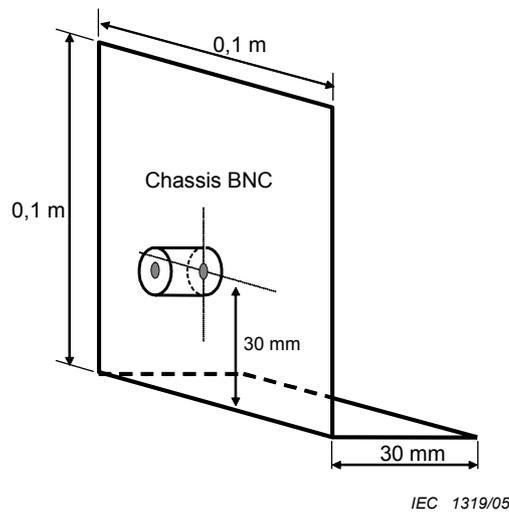


Figure A.6 – Jig d'étalonnage métallique pour les mesures d'impédance en mode commun

A.2 150 Ω network calibration

The 150 Ω network calibration method to determine the common-mode impedance at the connection to the EUT i.e. printed circuit board under test is similar to the method described in IEC 61000-4-6. See Figure A.6. In this particular case, the impedance reference plane (an L-shaped metallic plate, 100 mm wide with a BNC chassis or bulkhead connector placed at 0,03 m above the bottom) is placed inside the Workbench while making RF contact to the bottom of the cage and while being connected to the network analyser port through one of the coaxial feed-through connectors on the wall of the Faraday cage. The network analyser shall be calibrated accordingly at that impedance reference plane. Thereafter, the common-mode impedance established by the transmission-line and the matching network can be measured. A result as indicated in Figure A.5 may follow.

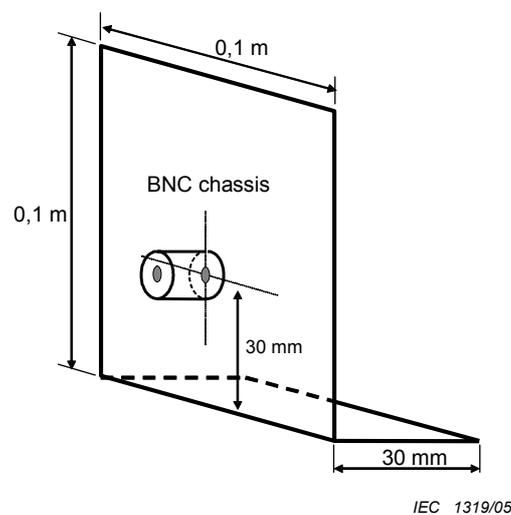


Figure A.6 – Metallic calibration jig for common mode impedance measurements

Annexe B (informative)

Théorie de la méthode sur banc de travail

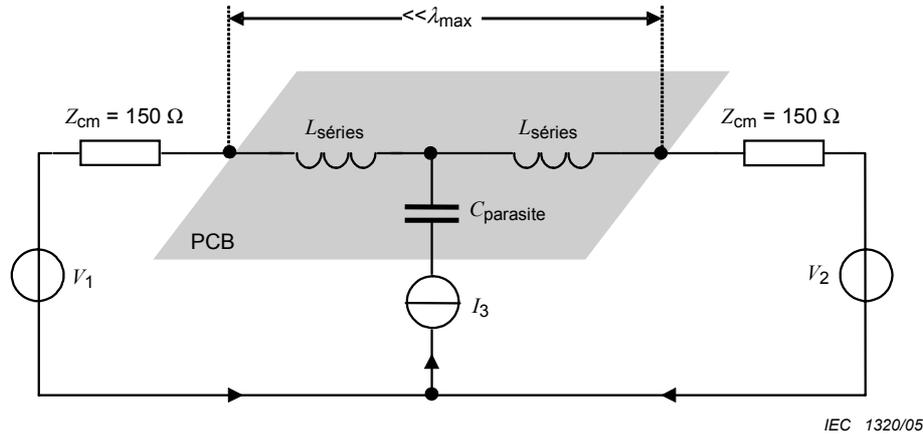


Figure B.1 – Modèle de constantes localisées de cage de la Faraday sur banc de travail

L'impédance du câble en mode commun est représentée par Z_{CM} . A titre d'exemple, deux sources de bruit sont représentées à la Figure B.1. Avec des mesures dans le banc de travail, Z_{CM} est une combinaison d'une ligne de transmission de 150Ω et d'un réseau résistif, voir la Figure A.4, et l'impédance externe de 50Ω , étant la sortie soit d'un générateur de perturbations RF soit d'un dispositif de terminaison de 50Ω .

Dans l'exemple de la Figure B.1, le couplage du champ électrique entre la carte d'essai et la cage sur banc de travail est représenté comme une capacitance parasite. De plus, un couplage de champ H entre les zones de la carte d'essai ou entre le CI et la carte d'essai peut aussi interagir avec la boucle formée entre les parois de la cage sur banc de travail et les impédances en mode commun, Z_{CM} , des deux côtés de la carte d'essai.

Avec l'application, en plus du couplage des champs E et H avec le banc de travail, une tension peut se produire dans la carte d'essai en raison de courants de signal et d'alimentation traversant le plan de référence (V_{SS}), entraînant une chute de tension dans ce plan (couplage d'impédance en mode commun), représentée à la Figure B.1 par les deux sources de bruit (in)dépendantes V_1 et V_2 .

Annex B (informative)

Theory of workbench Faraday cage method

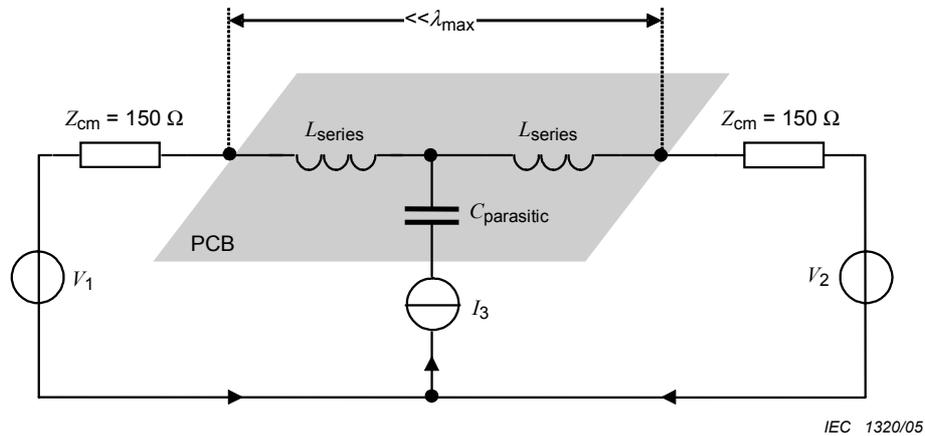


Figure B.1 – Workbench Faraday cage lumped elements model

The common-mode cable impedance is represented by Z_{CM} . As an example two noise sources are shown in Figure B.1. With measurements in the workbench, Z_{CM} is a combination of a $150\ \Omega$ transmission-line and a resistive network; see Figure A.4, and the external $50\ \Omega$ impedance, being the output of either an RF disturbance generator, or a $50\ \Omega$ terminator.

In the example of Figure B.1, the electric field coupling between the test board and the workbench cage is represented as a parasitic capacitance. In addition, also H-field coupling between areas on the test board or between the IC and the test board may interact with the loop area formed between the workbench Faraday cage walls and the common-mode impedances, Z_{CM} , at both sides of the test board.

With the application, in addition to E- and H-field coupling with the workbench, a voltage may occur across the test board due to the disturbance signal currents running through the reference plane (V_{SS}) resulting in a voltage drop across that plane (common impedance coupling), represented in Figure B.1 by the two (in-) dependent disturbance sources V_1 and V_2 .

Annexe C (informative)

Impédances en mode commun

Le comportement de l'impédance en mode commun de câbles connectés est déjà connu. Dans les normes existantes sur les émissions RF et l'immunité, la valeur de 150 Ω est déjà utilisée. Les références sont données aux Tableaux C.1 et C.2. D'autres justifications peuvent être trouvées dans les documents de référence [1], [2].

Tableau C.1 – Valeurs statistiques de résistances au rayonnement mesurées sur des câbles longs

Gamme de fréquences	Résistance au rayonnement moyen dBΩ	Ecart type, σ dB
0,15 MHz à 30 MHz	44,2	6,8
30 MHz à 1 GHz	43,7	7,3

Tableau C.2 – Paramètres d'impédance en mode commun des RCD

	Gamme de fréquences	
Gamme de fréquences	0,15 MHz à 26 MHz	26 à 80 (1000) MHz
Impédance	$150 \Omega \pm 20 \Omega$	$150 \Omega \begin{matrix} +60 \\ -45 \end{matrix} \Omega$

L'écart type σ de l'impédance en mode commun dans les installations réelles est relativement grand. Afin d'obtenir une valeur non ambiguë, la moyenne de 150 Ω a été choisie.

NOTE De la même façon, l'impédance du réseau fictif est réglée sur une moyenne de 50 Ω // (50 μH+5 Ω), comme dans la CISPR 16 de la CEI.

Une impédance en mode commun de 150 Ω est valable pour tous les systèmes de câbles disposés en partie à l'air libre, mais moins valable pour les câbles disposés constamment très près des surfaces conductrices comme les chemins de câbles, les conduits ou autres châssis métalliques. Dans cette dernière situation, l'impédance en mode commun a tendance à diminuer, dans la mesure où l'impédance caractéristique (en mode commun) de la ligne de transmission formée entre le câble et la référence métallique sur laquelle il est placé détermine ensuite l'impédance. Pour ces applications, des impédances en mode commun de 50 Ω sont recommandées.

Annex C (informative)

Common-mode impedances

The common-mode impedance behaviour of connected cables is already known. In the existing RF emission and immunity standards, the value of 150 Ω is used. References are given in Table C.1 and C.2. Further justification can be found in the reference literature [1], [2].

Table C.1 – Statistical values of radiation resistances measured on long cables

Frequency range	Average radiation resistance dB Ω	Standard deviation, σ dB
0,15 MHz to 30 MHz	44,2	6,8
30 MHz to 1 GHz	43,7	7,3

Table C.2 – CDN common-mode impedance parameters

	Frequency range	
Frequency range	0,15 MHz to 26 MHz	26 to 80 (1000) MHz
Impedance	150 $\Omega \pm 20 \Omega$	150 $\Omega \begin{matrix} +60 \\ -45 \end{matrix} \Omega$

The standard deviation σ of the common-mode impedance in real installations is quite large. To come to an unambiguous value, the average of 150 Ω has been chosen.

NOTE In a similar way the impedance of the artificial mains network is set to an average of 50 Ω // (50 μ H+5 Ω), as in IEC CISPR 16.

A common-mode impedance of 150 Ω is valid for all cables systems running partly in free air, but less valid for cables running constantly very close to conducting surfaces like cable trays, conduits or other metallic chassis. In the latter situation, the common-mode impedance tends to decrease, as the characteristic (common-mode) impedance of the formed transmission line between the cable and the metallic reference on which it is routed then determines impedance. For these applications, common-mode impedances of 50 Ω are recommended.

Annexe D (informative)

Niveaux d'immunité RF

D.1 Généralités

Dans la mesure où différents pays et familles de produits peuvent fixer différentes limites, aucune limite d'immunité stricte ni aucun critère de performance ne peut être donné.

Les niveaux de tension du générateur d'essai en circuit ouvert (EMF) du signal perturbateur non modulé, exprimés en V_{RMS} , sont donnés au Tableau D.1. Les niveaux sont fixés au niveau de l'accès d'injection avec la cage de Faraday sur banc de travail.

En fonction des critères de performance établis, un signal à basse fréquence (LF) démodulé acceptable maximal, une tension continue et/ou une gigue peuvent être considérés comme un paramètre de réponse pour quantifier l'immunité.

Tableau D.1 – Niveaux d'essai pour l'immunité

Gamme de fréquences 150 kHz – 1 GHz		
Niveau	Niveau de tension (EMF)	
	U_o dB μ V	U_o V
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X *	Particulier	
* X est un niveau ouvert		

Selon le niveau d'immunité applicable au produit, dans lequel le CI doit être utilisé, cette exigence peut être ajustée.

Pour les essais comparatifs, ces niveaux doivent être suivis, sauf accord contraire entre le ou les fabricants et le ou les clients.

Il convient que les critères de performance utilisés soient appropriés pour le CI soumis aux essais et ils changeront d'un CI à l'autre.

Le CI en essai doit être exposé à chaque niveau successivement jusqu'à ce que tous les niveaux aient été soumis aux essais ou jusqu'à ce que l'immunité soit identifiée. Le niveau et la fréquence auxquels une immunité est identifiée doivent être indiqués dans le rapport d'essai.

Annex D (informative)

RF immunity levels

D.1 General

As various countries and product families may set different limits, no strict immunity limits or performance criteria can be given.

The open-circuit test generator voltage levels (EMF) of the un-modulated disturbing signal, expressed in V_{RMS} , are given in Table D.1. The levels are set at the port of injection with the Workbench Faraday Cage.

Dependent on the set performance criteria a maximum acceptable demodulated low frequency (LF) signal, a DC voltage and/or jitter may be taken as a response parameter to quantify immunity.

Table D.1 – Test levels for immunity

Frequency range 150 kHz – 1 GHz		
Level	Voltage level (EMF)	
	U_o dB μ V	U_o V
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X*	Special	

* X is an open level.

Depending upon the immunity level applicable for the product in which the IC shall be used, this requirement can be adjusted.

For comparison testing, these levels shall be followed, unless otherwise agreed between manufacturer(s) and customer(s).

The performance criteria used should be appropriate for the IC being tested and will differ from IC to IC.

The IC under test shall be exposed to each level in turn until all levels have been tested or until immunity is identified. The level and frequency at which an immunity is identified shall be noted in the test report.

D.2 Relations du niveau d'immunité

Les niveaux de tension injectés (en dBV_{EMF}) à travers l'impédance en mode commun utilisée sur chaque accès, peuvent être facilement traduits en niveaux de champ électrique proche (dBV/m). Le résultat, lorsque deux accès sont connectés, est le suivant:

$$E = \frac{V_{EMF}}{2 \cdot h} = \frac{V_{EMF}}{2 \cdot 0,03} = \frac{V_{EMF}}{0,06} \quad \text{ou} \quad E[\text{dBV/m}] = V_{EMF}[\text{dBV}] + 24[\text{dB/m}]$$

où

E est l'intensité de champ électrique (V/m)

V_{EMF} est la tension du générateur en circuit ouvert (V)

h est la hauteur de PCB au-dessus du fond du WBFC, typ. 0,03 (m)

2 est la valeur de correction avec 2 points en mode commun

Les niveaux de champs magnétiques proches induits (en dBA/m) sont déterminés par la répartition de courant qui se produira dans la carte et le nombre d'accès qui sont connectés. Par exemple, avec 1 V_{EMF}, et deux accès utilisés, le courant en mode commun résultant sera d'environ 3 mA. Les niveaux de champs magnétiques locaux deviendront

$$H = \frac{I}{2\pi R}$$

D.2 Immunity level relations

The injected voltage levels (in dBV_{EMF}) across the used common-mode impedance on every port, can be easily translated to electric near-field levels (dBV/m). The result, when two ports are connected, is as follows:

$$E = \frac{V_{EMF}}{2 \cdot h} = \frac{V_{EMF}}{2 \cdot 0,03} = \frac{V_{EMF}}{0,06} \quad \text{or} \quad E[\text{dBV/m}] = V_{EMF}[\text{dBV}] + 24[\text{dB/m}]$$

where

E = electrical fieldstrength (V/m)

V_{EMF} = open generator voltage (V)

h = height of the PCB above bottom of the WBFC, typ. 0,03 (m)

2 = correction value with 2 common-mode points

The magnetic near-field levels induced (in dBA/m) are determined by the current distribution that will occur across the board and the number of ports that are connected. E.g. with 1 V_{EMF}, and two ports being used, the resulting common-mode current will be about 3 mA. The local magnetic field levels will become

$$H = \frac{I}{2\pi R}$$

Bibliographie

- [1] Coenen M.J., Common-mode impedance measurements on cables in the frequency range 30 – 1000 MHz, EIE92004, Philips Semiconductors
- [2] Philips Journal of Research, Vol. 48, No's 1/2, 1994
- [3] Worm, S.B., Burgers, Y.E.A.M., Comparison of workbench methods for testing EMC properties of ICs; Part 1 and 2, NL-TN 2000/029
- [4] Worm, S.B., Comparison of workbench methods for testing EMC properties of ICs; analysis of TEM cell and workbench Faraday cage, NL-MS-20.885, UR 827/99
- [5] Mil. Std 285 (1956): Method of Attenuation Measure for Enclosures EM Shielding for Electronic Test Purposes.
- [6] IEC 62132-2:—, *Circuits intégrés – Mesure de l'immunité électromagnétique, 150 kHz à 1 GHz – Partie 2: Méthode de cellule (G-) TEM*⁶
- [7] CEI 61967-5, *Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques, 150 kHz à 1 GHz – Partie 5: Mesure des émissions conduites – Méthode de la cage de Faraday sur banc de travail*
- [8] CISPR 16 (toutes les parties), *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*

⁶ A l'étude.

Bibliography

- [1] Coenen M.J., Common-mode impedance measurements on cables in the frequency range 30 – 1 000 MHz, EIE92004, Philips Semiconductors
- [2] Philips Journal of Research, Vol. 48, No's 1/2, 1994
- [3] Worm, S.B., Burgers, Y.E.A.M., Comparison of workbench methods for testing EMC properties of ICs; Part 1 and 2, NL-TN 2000/029
- [4] Worm, S.B., Comparison of workbench methods for testing EMC properties of ICs; analysis of TEM cell and workbench Faraday cage, NL-MS-20.885, UR 827/99
- [5] Mil. Std 285 (1956): Method of Attenuation Measure for Enclosures EM Shielding for Electronic Test Purposes.
- [6] IEC 62132-2:—, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity, 150 kHz to 1 GHz – Part 2: Measurement of Radiated Immunity – Tem-Cell and Wideband Tem-Cell Method*⁷
- [7] IEC 61967-5: *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 5: Measurement of conducted emissions – Workbench Faraday Cage Method*
- [8] CISPR 16 (all parts), *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*

⁷ Under consideration.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



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.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

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:

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



LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ISBN 2-8318-8169-2



9 782831 881690

ICS 31.200
