

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62132-4

Première édition
First edition
2006-02

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

**Partie 4:
Méthode d'injection directe de puissance RF**

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

**Part 4:
Direct RF power injection method**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62132-4:2006

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**

62132-4

Première édition
First edition
2006-02

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

**Partie 4:
Méthode d'injection directe de puissance RF**

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

**Part 4:
Direct RF power injection method**

© IEC 2006 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

T

*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 Bases de mesure.....	12
4.2 Injection directe de puissance à une seule broche.....	16
4.3 Injection de puissance directe à broches multiples dans des broches de systèmes de mode différentiel.....	18
5 Conditions d'essai.....	18
6 Matériel d'essai	18
6.1 Généralités.....	18
6.2 Source de puissance RF	20
6.3 Mesureur de puissance RF et coupleur directif.....	20
7 Montage d'essai.....	20
7.1 Généralités.....	20
7.2 Montage d'injection de puissance.....	20
7.3 Carte de circuit d'essai	22
7.4 Caractéristiques du montage d'injection de puissance.....	24
7.5 Réseaux de découplage.....	24
8 Procédure d'essai	26
8.1 Généralités.....	26
8.2 Méthode d'essai spécifique.....	26
9 Rapport d'essai.....	28
 Annexe A (informative) Exemple d'une spécification des niveaux d'immunité par exemple pour des applications dans le secteur automobile	 30
Annexe B (informative) Conseils en vue de la meilleure installation d'un montage d'essai par rapport à la RF	34
Annexe C (informative) Explication du niveau d'essai de crête constant.....	46
 Bibliographie	 48
 Figure 1 – Disposition d'un montage d'essai d'injection directe	 14
Figure 2 – Illustration du principe de l'injection de puissance à une seule broche	16
Figure 3 – Illustration du principe de l'injection de puissance à broches multiples.....	18
Figure 4 – Exemple de routage de l'accès d'injection à une broche du DEE	22
Figure 5 – Exemple d'un résultat de mesure d'amplitude S_{21} (première résonance supérieure à 1 GHz).....	24
Figure 6 – Logigramme d'une méthode d'essai	28

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	11
2 Normative references.....	11
3 Terms and definitions	11
4 General	13
4.1 Measurement basics.....	13
4.2 Single pin direct power injection.....	17
4.3 Multiple pin direct power injection into pins of differential mode systems	19
5 Test conditions	19
6 Test equipment.....	19
6.1 General	19
6.2 RF power source	21
6.3 RF power meter and directional coupler	21
7 Test set-up	21
7.1 General	21
7.2 Power injection set-up	21
7.3 Test circuit board.....	23
7.4 Characteristics of the power injection set-up	25
7.5 Decoupling networks.....	25
8 Test procedure	27
8.1 General	27
8.2 Specific test procedure	27
9 Test report.....	29
Annex A (informative) Example of a specification of immunity levels e.g. for automotive applications.....	31
Annex B (informative) Hints for the best installation of a test set-up with respect to RF	35
Annex C (informative) Constant peak test level explanation	47
Bibliography.....	49
Figure 1 – Arrangement of a direct injection test set-up	15
Figure 2 – Illustration of the principle of the single pin power injection.....	17
Figure 3 – Illustration of the principle of multiple pin power injection	19
Figure 4 – Example of the routing from the injection port to a pin of the DUT	23
Figure 5 – Example of a S_{21} magnitude measurement result (first resonance above 1 GHz)...	25
Figure 6 – Flowchart of a test procedure.....	29

Figure B.1 – Installation d’un connecteur sur la carte d’essai à proximité du DEE..... 36

Figure B.2 – Au moyen d’une cage de Faraday en plaçant le connecteur aussi près que possible du DEE (une résistance série facultative peut être ajoutée)..... 36

Figure B.3 – Accès à un DEE à nombre élevé de broches par une grande carte principale et une carte spécifique CI connectées par des broches de contact à ressort 38

Figure B.4 – Découplage en courant continu d’une broche à courant élevé 38

Figure B.5 – Montage d’essai avec condensateur de blocage obligatoire..... 40

Figure B.6 – Exemple de disposition pour DEE avec condensateur de blocage obligatoire..... 40

Figure B.7 – Exemple de montage d’essai dont la charge est sur le montage d’essai 42

Figure B.8 – Exemple d’un réseau de découplage pour une entrée à haute impédance 42

Figure B.9 – Terminaison de broches à ne pas tester avec une impédance typique pour reproduire les courants de diaphonie..... 44

Figure B.10 – Exemple d’injection de puissance dans deux broches utilisant la terminaison recommandée du bus CAN à grande vitesse..... 44

Tableau 1 – Paramètres de CI et de systèmes affectant l’immunité..... 16

Tableau A.1 – Exemple de gammes de niveaux d’immunité 30

Figure B.1 – Installation of a connector on the test board nearby the DUT.....	37
Figure B.2 – Using a shielding box placing the connector as close as possible to the DUT (optional series resistor may be added)	37
Figure B.3 – Accessing a high pin count DUT by a large main board and an IC specific board connected by spring contact pins	39
Figure B.4 – DC decoupling of a high current pin	39
Figure B.5 – Test set-up with mandatory blocking capacitor	41
Figure B.6 – Layout example for DUT with mandatory blocking capacitor	41
Figure B.7 – Test set-up example with the load on the test set-up.....	43
Figure B.8 – Example of a decoupling network for an input with high impedance.....	43
Figure B.9 – Termination of pins not to be tested with a typical impedance to reproduce crosstalk currents.....	45
Figure B.10 – Example of power injection into two pins using the mandatory termination of the high speed CAN bus.....	45
Table 1 – System and IC parameters affecting immunity.....	17
Table A.1 – Example of immunity level ranges.....	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 4: Méthode d'injection directe de puissance RF

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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les publications CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et elles 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. Toute divergence entre toute Publication de la CEI et toute publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 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 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 ou de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62132-4 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/733/FDIS	47A/741/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 4: Direct RF power injection 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 62132-4 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/733/FDIS	47A/741/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.

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

Partie 1: Conditions générales et définitions

Partie 2: Méthode de cellule (G-) TEM ¹

Partie 3: Méthode d'injection de courant (BCI) ¹

Partie 4: Méthode d'injection directe de puissance RF

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 l'étude

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: (G-) TEM cell method ¹
- Part 3: Bulk current injection (BCI) method ¹
- Part 4: Direct RF power injection method
- 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 Under consideration.

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

Partie 4: Méthode d'injection directe de puissance RF

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 62132 décrit une méthode de mesure de l'immunité des circuits intégrés (CI) en présence de perturbations RF conduites, comme par exemple celles résultant de perturbations RF rayonnées. Cette méthode garantit un degré élevé de répétabilité et une corrélation des mesures d'immunité.

Cette norme établit une base commune pour l'évaluation des dispositifs à semiconducteurs utilisés dans les matériels fonctionnant dans un environnement soumis à des ondes électromagnétiques à radiofréquences intempestives.

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, c'est la dernière édition du document de référence qui s'applique (y compris tous les amendements).

CEI 61967-4, *Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques, 150 kHz à 1 GHz – Partie 4: Mesure des émissions conduites – Méthode par couplage direct 1 Ω / 150 Ω*

CEI 62132-1:2006, *Circuits intégrés – Mesure de l'immunité électromagnétique, 150 kHz à 1 GHz – Partie 1: Conditions générales et définitions*

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

CISPR 16-1-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations conduites*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de la CEI 62132-1 s'appliquent.

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

Part 4: Direct RF power injection method

1 Scope

This part of IEC 62132 describes a method to measure the immunity of integrated circuits (IC) in the presence of conducted RF disturbances, e.g. resulting from radiated RF disturbances. This method guarantees a high degree of repeatability and correlation of immunity measurements.

This standard establishes a common base for the evaluation of semiconductor devices used in equipment functioning in an environment subject to unwanted radio frequency electromagnetic waves.

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 61967-4, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 4: Measurement of conducted emissions – 1 Ω / 150 Ω direct coupling method*

IEC 62132-1:2006, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity, 150 kHz to 1 GHz – Part 1: General conditions and definitions*

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

CISPR 16-1-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus. Ancillary equipment. Conducted disturbances*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62132-1 apply.

4 Généralités

4.1 Bases de mesure

Le niveau d'immunité électromagnétique minimal exigé pour un CI dépend du niveau autorisé maximal de perturbation RF auquel peut être soumis un système électronique. La valeur du niveau d'immunité dépend des paramètres spécifiques de système et d'application. Pour déterminer la performance d'immunité d'un CI, une méthode de mesure simple et un montage de mesure dans lequel on évite les résonances sont exigés pour garantir un degré élevé de répétabilité. Ce qui suit indique la base de cet essai.

La géométrie la plus grande que l'on trouve dans un circuit intégré est la grille de connexion. La taille de la grille de connexion est de l'ordre de quelques centimètres ou inférieure. Les dimensions des structures sur puce sont même jusqu'à deux grandeurs inférieures à la dimension de la grille de connexion. Pour une plage de fréquences inférieure à 1 GHz, cette grille de connexion, ainsi que les structures sur puce, ne sont pas considérées comme des antennes efficaces pour la réception de l'énergie RF intempestive. C'est le faisceau de câbles et/ou les rubans d'une carte de circuit imprimé qui constituent des antennes efficaces. De ce fait, un CI reçoit l'énergie RF intempestive à travers les broches connectées aux fils de ces câbles. A cause de cela, l'immunité électromagnétique d'un CI peut être caractérisée par des perturbations RF conduites (c'est-à-dire la puissance directe RF) à la place des paramètres du champ comme c'est habituellement le cas dans les essais de module et/ou système.

Pour les essais de module et de système, la puissance directe fournie à un circuit par le faisceau de câbles ou les rubans sur une carte de circuit imprimé (PCB) servant d'antennes peut être mesurée ou estimée. Cette puissance est considérée comme une puissance directe fournie à un circuit, sans tenir compte du fait qu'elle soit réfléchiée ou absorbée. En fait, on a observé qu'un grand nombre de CI sont le plus susceptibles aux perturbations lors de réflexions relativement hautes. Cela est dû au fait que, dans ce cas, les courants RF injectés ou les tensions RF appliquées atteignent les valeurs les plus hautes possibles. Pour caractériser l'immunité d'un CI, la puissance directe nécessaire pour provoquer un dysfonctionnement est mesurée. Le dysfonctionnement peut être classé de A à D selon les classes de performance définies dans la CEI 62132-1.

La Figure 1 présente la principale configuration de matériel d'essai avec la commande optionnelle automatique par le PC.

4 General

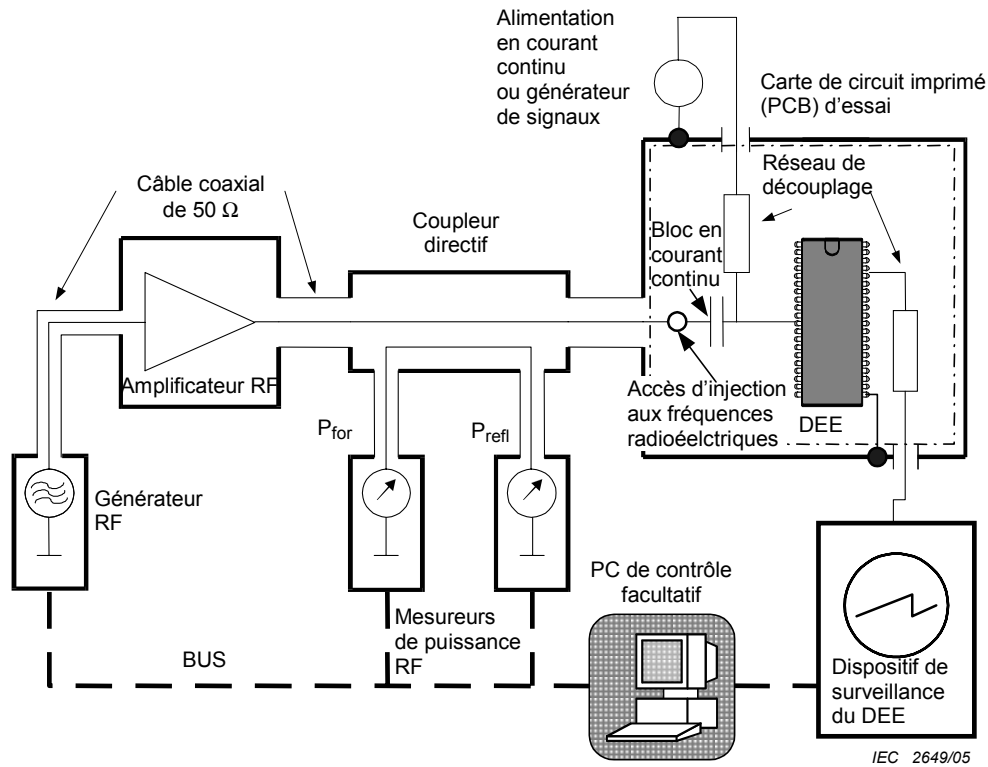
4.1 Measurement basics

The minimum electromagnetic immunity level required for an IC depends on the maximum permitted level of RF disturbance to which an electronic system can be submitted. The value of the immunity level is dependent on system and application specific parameters. To determine the immunity performance of an IC, a simple measurement procedure, and a measurement set-up in which resonances are avoided, is required to guarantee a high degree of repeatability. The following points out the base of this test.

The largest geometry found in an integrated circuit is the leadframe. The size of the leadframe is in the range of some centimetres or smaller. The dimensions of the structures on chip are even up to two magnitudes smaller than the dimension of the leadframe. For a frequency range below 1 GHz, this leadframe, as well as the structures on-chip, are not regarded as efficient antennas for the reception of unwanted RF energy. It is the cable harness and/or the traces of a printed circuit board which constitute efficient antennas. Thus, an IC receives the unwanted RF energy through the pins connected to the wires of such cables. Because of this, the electromagnetic immunity of an IC can be characterized by conducted RF disturbances (i.e. RF forward power) instead of field parameters as is usually the case in module and/or system testing.

For module and system tests, the forward power provided to a circuit by the cable harness or the traces on a printed circuit board (PCB) acting as antennas can be measured or estimated. This power is considered to be a forward power delivered to the circuit, no matter whether it will be reflected or absorbed. In fact it has been observed that many ICs are most susceptible to the disturbances at quite high reflections. This is due to the fact that in this case either injected RF currents or applied RF voltages reach the highest possible values. To characterize the immunity of an IC, the forward power needed to cause malfunction is measured. The malfunction may be classified from A to D according to the performance classes defined in IEC 62132-1.

Figure 1 shows the principal test hardware configuration with optional automatic control by the PC.



Légende

- P_{for} puissance directe
- P_{refl} puissance réfléchie

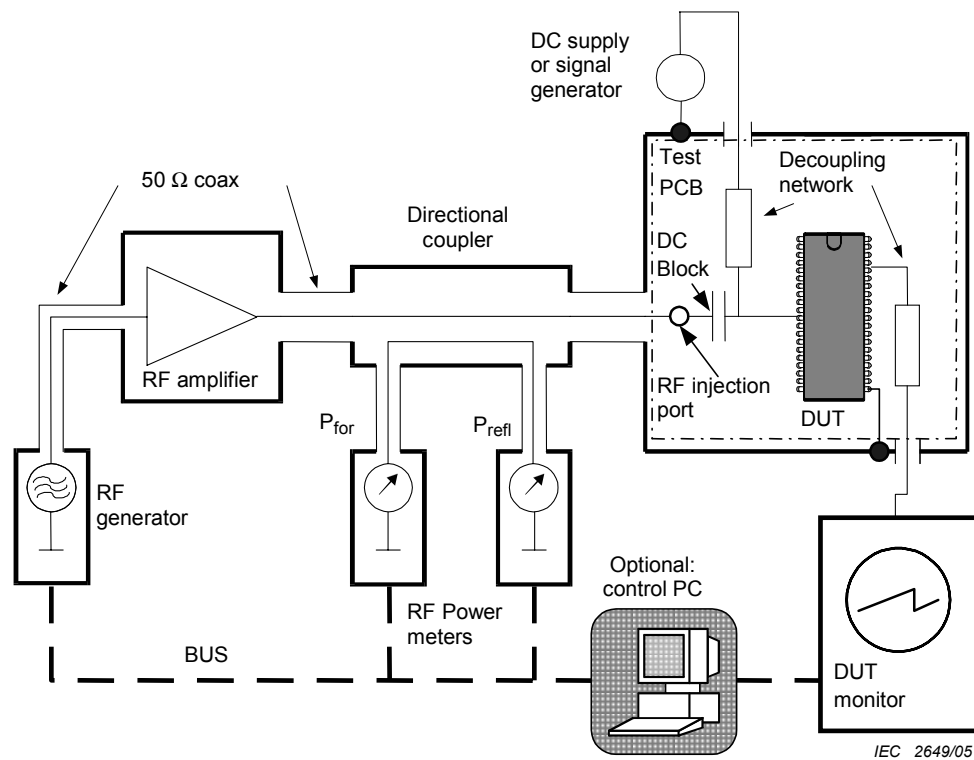
Figure 1 – Disposition d'un montage d'essai d'injection directe

Le générateur RF variable fournit la perturbation RF qui est amplifiée par l'amplificateur RF connecté. Le coupleur directif et les mesureurs de puissance RF sont utilisés pour mesurer la puissance directe réelle injectée dans le dispositif en essai (DEE). Au niveau du port d'accès d'injection RF, la puissance RF est fournie au circuit imprimé (PCB) d'essai. L'amplificateur RF est découplé par un filtrage du courant continu, pour éviter de fournir du courant continu dans la sortie de l'amplificateur. L'alimentation en courant continu est protégée de la puissance RF par un réseau de découplage qui a une impédance RF élevée du côté connecté à l'injection RF.

Pour contrôler le comportement du DEE, un oscilloscope ou un autre dispositif de surveillance de préférence avec une fonction acceptation/rejet etc., peut être utilisé. Pour découpler la diaphonie de signal RF du DEE de la mesure de basses fréquences réalisée par l'oscilloscope, un second réseau de découplage est utilisé. Si on le souhaite, le matériel de mesure peut optionnellement être commandé par un ordinateur.

Toute fonction à l'intérieur d'un CI peut être affectée même si elle n'est pas connectée à la broche en essai. De ce fait, le ou les modes de fonctionnement du CI doivent être choisis de sorte que toutes les fonctions du CI soient utilisées au cours de l'essai.

Les CI sont souvent utilisés dans différentes configurations fondées sur l'application. Afin de comprendre l'influence de chaque broche individuelle, il convient d'essayer individuellement chaque broche qui est supposée être exposée à une perturbation RF. Des essais de broches multiples sont admissibles dans des broches de systèmes de mode différentiel.



Key

P_{for}	forward power
P_{refl}	reflected power

Figure 1 – Arrangement of a direct injection test set-up

The frequency variable RF generator provides the RF disturbance that is amplified by the connected RF amplifier. The directional coupler and the RF power meters are used to measure the actual forward power injected into the device under test (DUT). At the RF injection port the RF power is delivered to the test printed circuit board (PCB). The RF amplifier is decoupled by a DC block to avoid supplying DC into the amplifier output. The DC supply is prevented from getting RF power by a decoupling network that has a high RF impedance on the side that is connected to the RF injection path.

To monitor the behaviour of the DUT an oscilloscope, or other monitoring device preferably with a pass/fail function etc., can be used. To decouple the RF signal crosstalk of the DUT from the low frequency measurement performed by the oscilloscope, a second decoupling network is used. The measurement equipment can be optionally controlled by a computer, if desired.

Any function inside an IC can be affected even if it is not connected to the pin under test. Therefore the operation mode(s) of the IC shall be chosen in a way that all functions of the IC are used during the test.

ICs are often used in different configurations based on the application. In order to understand the influence of each individual pin, each pin that is expected to be exposed to RF disturbance should be tested individually. Multiple pin testing is permissible into pins of differential mode systems.

La puissance directe nécessaire pour provoquer le dysfonctionnement d'un CI dépend de plusieurs paramètres, comme ceux présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Paramètres de CI et de systèmes affectant l'immunité

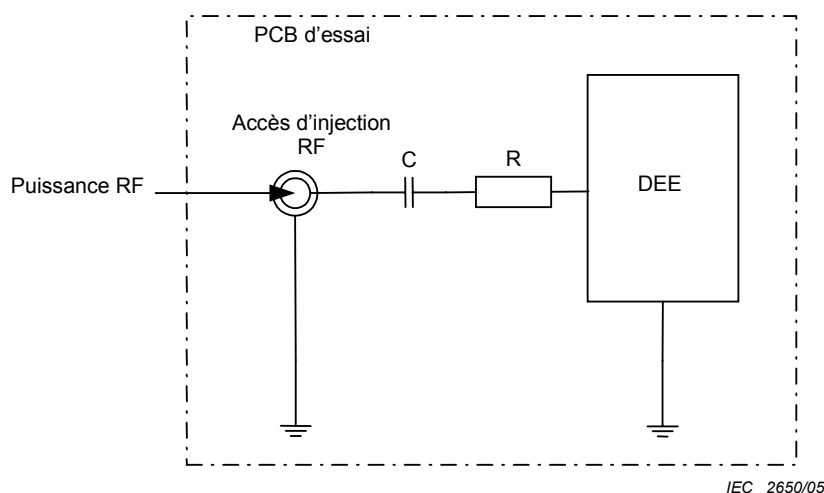
Paramètres liés au CI	Paramètres liés au module
Conception de circuit	Protection de la broche par des composants externes
Trace des puces	Mode de fonctionnement du CI
Système de distribution de l'alimentation et de la masse à l'intérieur du CI	Système de mise à la masse
Affectation de brochage et conception de fils de connexion	Montage de la carte
Boîtier	Impédance du faisceau de câbles et de la charge
Technologie de fabrication processus	
Circuits raccordés à une broche	

La connaissance de l'immunité d'un CI (la puissance directe la plus élevée n'affectant pas la fonction du CI) permet à l'utilisateur de décider s'il a besoin de moyens de protection extérieurs et de la quantité d'effort à fournir pour la protection extérieure.

4.2 Injection directe de puissance à une seule broche

Pour la sélectivité d'essai la plus élevée, la puissance RF injectée à l'accès d'injection RF est directement appliquée à une seule broche d'un CI (voir la Figure 2). Un condensateur peut être utilisé en tant que bloc en courant continu, tandis qu'une résistance peut être utilisée pour la limitation de courant. Par défaut, la valeur du condensateur peut être choisie à 6,8 nF, comme spécifié dans la CEI 61967-4. La valeur de la résistance peut être, par défaut, 0 Ω. D'autres valeurs jusqu'à 100 Ω peuvent être choisies si elles sont fonctionnellement exigées. Les valeurs choisies R et C doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

NOTE Lorsque la résistance série est 0 Ω, chaque entrée ou sortie du DEE est chargée par les 50 Ω du système d'injection de puissance RF.



IEC 2650/05

Figure 2 – Illustration du principe de l'injection de puissance à une seule broche

The forward power needed to cause malfunction of an IC depends on several parameters, like those shown in Table 1.

Table 1 – System and IC parameters affecting immunity

IC related parameters	Module related parameters
Circuit design	Protection of the pin by external components
Chip layout	Operation mode of the IC
Ground/supply distribution system inside the IC	Ground system
Pinning assignment and bond wire design	Board layout
Package	Impedance of wiring harness and load
Process technology	
Circuitry connected to a pin	

Knowledge of the immunity of an IC (the highest forward power that does not affect the function of the IC) allows the user to decide if he needs external protection means and how much effort has to be spent for external protection.

4.2 Single pin direct power injection

For highest test selectivity, the RF power injected at the RF injection port is directly applied to a single pin of an IC (see Figure 2). A capacitor may be used as a DC block, while a resistor may be used for current limitation. By default, the capacitor value can be chosen as 6,8 nF, as specified in IEC 61967-4. The resistor value can be, by default, 0 Ω . Other values up to 100 Ω can be chosen if functionally required. Chosen R and C values shall be stated in the test report.

NOTE When the series resistor is 0 Ω , each input or output of the DUT will be loaded by the 50 Ω of the RF power injection system.

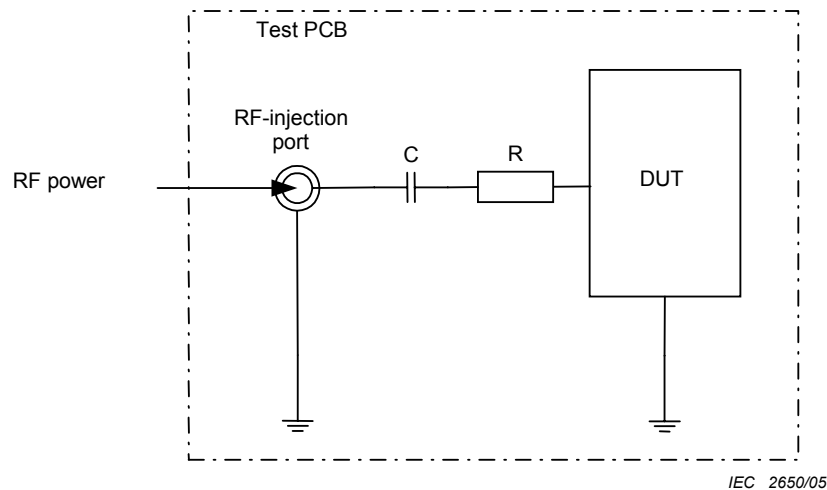


Figure 2 – Illustration of the principle of the single pin power injection

4.3 Injection de puissance directe à broches multiples dans des broches de systèmes de mode différentiel

Si au moins deux broches sont utilisées pour transférer les informations en mode différentiel sous forme analogique ou numérique, l'injection de puissance RF directe à broches multiples peut être utilisée pour tester l'immunité en mode commun de ces systèmes analogiques ou numériques (voir la Figure 3). Voir par exemple l'Article B.6 pour une illustration de bus CAN. L'essai de broches multiples néglige la dépendance à la phase des effets en mode différentiel.

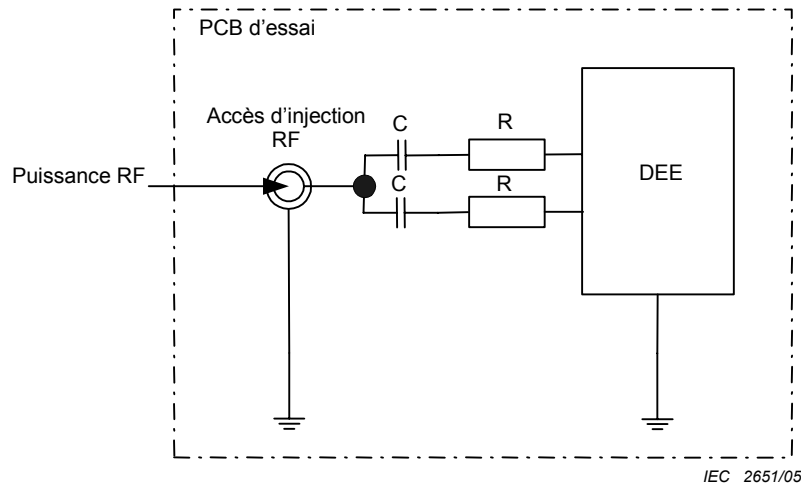


Figure 3 – Illustration du principe de l'injection de puissance à broches multiples

5 Conditions d'essai

Les conditions générales d'essai sont spécifiées dans la CEI 62132-1. Les conditions d'essais additionnelles sont spécifiées aux paragraphes suivants.

Les niveaux d'essai de la puissance directe dépendent de l'application du DDE et de la broche qui est en essai. Le niveau de puissance directe maximal d'un signal RF à onde entretenue (CW) pour l'essai d'une broche CI non protégée à l'extérieur peut atteindre environ 5 W (37 dBm). Si la broche CI est conçue pour fonctionner avec une protection extérieure, alors le niveau de puissance directe maximal peut être diminué (voir les exemples de l'Annexe A).

Pour l'essai du DDE, les signaux à onde entretenue (CW) et/ou modulés en amplitude (AM) approuvés par les utilisateurs doivent être utilisés. Par défaut, le signal modulé en amplitude (AM) de 1 kHz 80 % est recommandé pour l'essai. Si d'autres modulations sont utilisées, on doit les mentionner dans le rapport d'essai.

Lorsqu'un signal AM est utilisé, la puissance de crête doit être la même que pour l'onde entretenue (CW) (niveau d'essai de crête constant, voir l'Annexe C en vue d'informations).

6 Matériel d'essai

6.1 Généralités

Pour cette méthode, le matériel d'essai est spécifié dans la CEI 62132-1 et ci-après.

4.3 Multiple pin direct power injection into pins of differential mode systems

If two or more pins are used to transfer information as differential mode signal in analogue or digital form, then multiple pin direct RF power injection can be used to test the common mode immunity of such analogue or digital systems (see Figure 3). As an example, see Clause B.6 for a CAN-bus illustration. Multiple pin testing neglects phase dependence of differential mode effects.

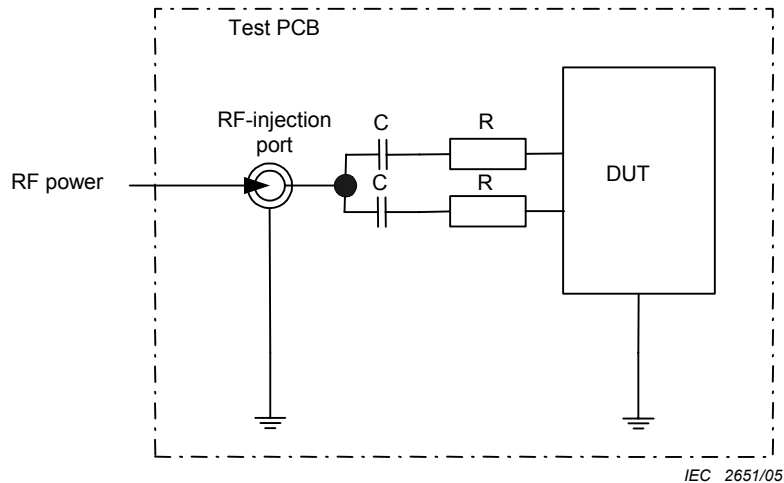


Figure 3 – Illustration of the principle of multiple pin power injection

5 Test conditions

General test conditions are specified in IEC 62132-1. Additional test conditions are specified in the following paragraphs.

The test levels of the forward power depend on the application of the DUT and the pin which is being tested. The maximum forward power level of a CW (continuous wave) RF signal for testing an externally unprotected IC-pin can be up to about 5 W (37 dBm). If the IC pin is designed to operate with external protection, then the maximum forward power level can be decreased (see examples in Annex A).

For testing the DUT, CW and/or AM (amplitude modulated) signals as agreed by the users shall be used. By default, the AM signal of 1 kHz 80 % is recommended for testing. If other modulations are used, they shall be stated in the test report.

When an AM signal is used, the peak power shall be the same as for CW (constant peak test level, see Annex C for information).

6 Test equipment

6.1 General

Test equipment for this method is specified both in IEC 62132-1 and as follows.

6.2 Source de puissance RF

La source de puissance RF comprend un générateur de signaux RF et un amplificateur de puissance RF et doit être en mesure de fournir une puissance suffisante même dans une charge mal adaptée. Il est recommandé d'utiliser un amplificateur d'une capacité de puissance supérieure (10-50 W) à ce qui est nécessaire pour le niveau de puissance directe maximal (par exemple 5 W). L'impédance de sortie de la source de puissance doit être de 50 Ω (VSWR <1,2 recommandé) pour absorber les ondes réfléchies. Si l'amplificateur ne possède pas cette impédance, un affaiblisseur en vue de l'adaptation doit être placé entre l'amplificateur et la ligne de transmission. L'émission parasite de la source de puissance RF doit être d'au moins 20 dB inférieure au niveau de la porteuse. La modulation d'amplitude doit être possible. Le niveau de puissance maximal dépend de l'application du DEE et de la broche que l'on soumet à l'essai.

6.3 Mesureur de puissance RF et coupleur directif

Le rapport d'ondes stationnaires en tension (VSWR) du coupleur directif doit être inférieur à 1,15 dans la plage de fréquences applicable. Pour la mesure de la puissance au cours de la modulation, il est recommandé d'utiliser un mesureur de puissance avec capacité de mesure de crête d'enveloppe.

7 Montage d'essai

7.1 Généralités

Un montage général d'essai est illustré à la Figure 1. Il est constitué d'un montage d'injection de puissance et de mesure, du DEE sur une PCB d'essai, des réseaux de découplage, du dispositif de surveillance du DEE et d'une unité de commande d'essai. Les bases de mesure sont traitées en 4.1.

7.2 Montage d'injection de puissance

Le montage d'injection de puissance est constitué de deux parties. La première partie n'est pas sur la carte d'essai. Elle comprend

- la source de puissance RF (le générateur RF, l'amplificateur RF, l'atténuateur pour l'adaptation, si nécessaire),
- les câbles coaxiaux,
- les connecteurs RF,
- le coupleur directif avec tête de mesure pour la puissance directe,

en tant que dispositifs extérieurs à la périphérie de la carte d'essai du DEE.

La seconde partie du montage d'injection de puissance est placée directement sur la carte d'essai comme

- le port d'injection RF pour connecter les câbles coaxiaux et la ligne de transmission sur la PCB,
- la connexion de l'extrémité de la ligne de transmission (accès d'injection RF) via le bloc en courant continu au DEE,
- Les réseaux de polarisation en courant continu connectés à la broche en essai.

En principe, ce montage d'injection comporte une terminaison mal adaptée. Un fort pourcentage de la puissance fournie au DEE peut être réfléchi en raison du fait qu'un CI n'est pas une terminaison de 50 Ω . L'adaptation de l'impédance du DEE en utilisant un réseau dissipatif conduirait à mesurer la puissance dissipée du réseau d'adaptation plutôt que la puissance fournie au DEE. Il convient que la puissance réfléchi par le DEE ne soit pas

6.2 RF power source

The RF power source consists of the RF signal generator and an RF power amplifier and shall be able to provide sufficient power even into a mismatched load. It is recommended to use an amplifier with a higher power capability (10–50 W) than needed for the maximum forward power level (e.g. 5 W). The output impedance of the power source shall be $50\ \Omega$ (recommended VSWR $<1,2$) to absorb reflected waves. If the amplifier does not have this impedance, an attenuator for matching shall be placed between the amplifier and the transmission line. The spurious emission of the RF power source shall be at least 20 dB below the carrier level. Amplitude modulation shall be possible. The maximum power level is dependent on the application of the DUT and the pin which is tested.

6.3 RF power meter and directional coupler

The VSWR of the directional coupler shall be less than 1,15 in the applicable frequency range. For the power measurement during modulation, it is recommended to use a power meter with peak envelope measurement capability.

7 Test set-up

7.1 General

A general test set-up is illustrated in Figure 1. It consists of a power injection and measurement set-up, the DUT on a test PCB, decoupling networks, DUT monitoring device and a test control unit. The measurement basics are discussed in 4.1.

7.2 Power injection set-up

The power injection set-up consists of two parts. The first part is not on the test board. It comprises

- RF power source (RF-generator, amplifier, attenuator for matching if necessary),
- coaxial cables,
- RF connectors,
- directional coupler with measuring head for forward power,

as external devices in the periphery of the DUT test board.

The second part of the power injection set-up is placed directly on the testboard as

- RF injection port to connect the coaxial cables and the transmission line on PCB,
- the connection from the end of the transmission line (RF injection port) via the DC block to the DUT,
- DC biasing networks connected to the pin under test.

Basically, this injection set-up has a mismatched termination. A high percentage of the power delivered to the DUT may be reflected due to the fact that an IC is not a $50\ \Omega$ termination. Matching the impedance of the DUT using a dissipative network would lead to measuring the power dissipation of matching network rather than the power delivered to the DUT. Power reflected by the DUT should not be reflected to the DUT again by an impedance discontinuity

réfléchi vers le DEE de nouveau par une discontinuité d'impédance ailleurs dans le montage d'injection de puissance. De ce fait, le montage d'injection de puissance qui n'est pas sur la carte d'essai doit être un système de 50 Ω. Cela donne lieu à un ensemble de paramètres recommandés pour la carte d'essai, le montage d'essai et les composants appartenant au montage d'essai.

7.3 Carte de circuit d'essai

L'utilisation d'une carte de circuit imprimé avec un plan de masse RF commun pour l'essai d'immunité des CI est fortement recommandée. Il convient de placer le DEE sur la carte d'essai sans support car la plupart des supports comportent une inductance significative qui affectera l'essai (par exemple, 10 nH à 1 GHz font XL = 63 Ω).

L'objet principal de cette norme est d'essayer l'immunité du DEE uniquement. De ce fait, tous les composants de protection externes du DEE doivent être enlevés à moins qu'il ne soit absolument obligatoire d'avoir ces composants externes pour obtenir la fonction appropriée sur le CI (condensateurs de filtrage, condensateurs pour constante de temps, etc.). Un filtrage obligatoire signifie qu'on ne peut l'enlever sans compromettre le fonctionnement correct du CI. Un tel filtrage obligatoire doit être placé directement sur le CI et être considéré comme faisant partie intégrante de celui-ci. Tous les composants de filtrage qui sont obligatoires pour l'application doivent être mis à la masse sur le même plan de masse. Il convient que les trajets de retour des composants de filtrage obligatoires au DEE ou au blindage d'une ligne de transmission ne comportent pas de fentes.

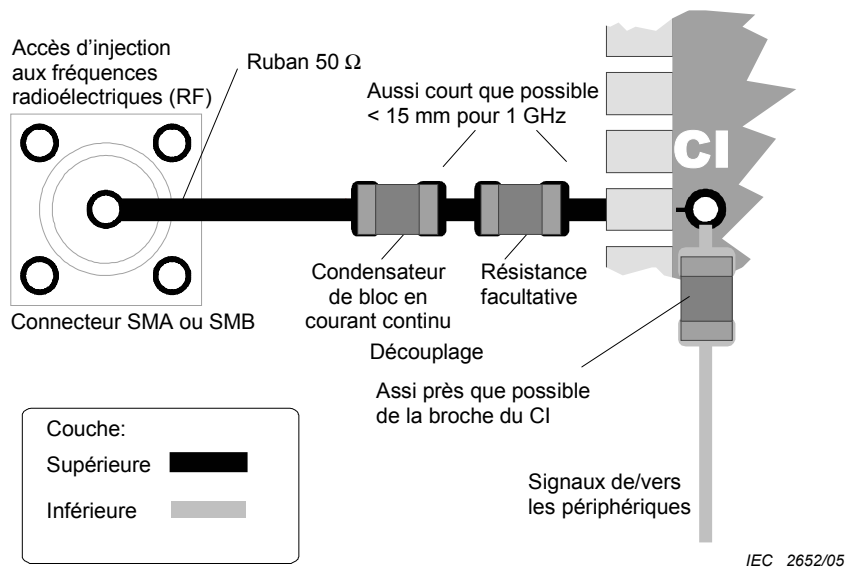


Figure 4 – Exemple de routage de l'accès d'injection à une broche du DEE

La piste du connecteur pour l'accès d'injection RF au condensateur de filtrage du courant continu doit être une ligne de transmission de 50 Ω (voir l'exemple de la Figure 4). Il convient que l'extrémité de la ligne de transmission à la broche du DEE soit aussi courte que possible. Une longueur de piste égale à 1/20 de la longueur d'onde la plus courte appliquée constitue une cible raisonnable. Des longueurs de piste plus courtes sont avantageuses. Le plan de masse ne doit pas comporter de fentes dans les trajets de retour des pistes de transport RF dépassant 1/20 de la longueur d'onde la plus courte. Pour avoir une référence de masse fiable, l'impédance entre la ou les broches de masse du DEE et le blindage de toute ligne de transmission fournissant le signal RF doit être aussi faible que possible. De ce fait, l'utilisation d'un plan de masse sur le PCB pour minimiser l'impédance des connexions de masse est fortement recommandée. Il convient que le découplage RF soit aussi proche que possible de la broche avec injection de puissance RF.

somewhere else in the power injection set-up. Therefore, the power injection set-up which is not on the test board shall be a 50 Ω system. This leads to a set of recommended parameters for the test board, the test set-up and the components belonging to the test set-up.

7.3 Test circuit board

The use of a printed circuit board with a common RF ground plane for immunity testing of ICs is strongly recommended. The DUT should be placed on the test board without sockets because most sockets have a significant inductance that will affect the test (for instance 10 nH at 1 GHz makes $X_L = 63 \Omega$).

It is the main purpose of this standard to test the immunity of the DUT only. Therefore, all external protection components of the DUT shall be removed unless it is absolutely mandatory to have these external components in order to achieve proper function on the IC (blocking capacitors, timer capacitors, etc.). Mandatory blocking means that it cannot be removed without jeopardizing proper function of the IC. Such mandatory blocking shall be placed directly on the IC and be regarded as if it would be part of it. All blocking components that are mandatory for the application shall be grounded on the same ground plane. Return paths from mandatory blocking components to the DUT or the shield of a transmission line should not have slits.

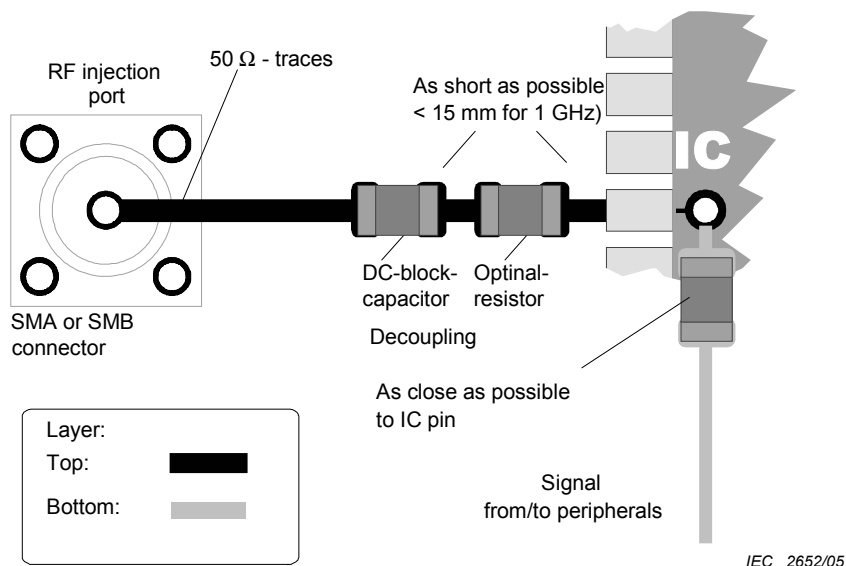


Figure 4 – Example of the routing from the injection port to a pin of the DUT

The trace from RF injection port connector to the DC blocking capacitor shall be a 50 Ω transmission line (see example in Figure 4). The end of the transmission line to the pin of the DUT should be as short as possible. A trace length equal to 1/20 of the shortest wavelength applied is a reasonable target. Shorter trace lengths are advantageous. The ground plane shall not have slits in the return paths of RF carrying traces exceeding 1/20 of the shortest wave length. To have a reliable ground reference, the impedance between the DUT ground pin(s) and the shield of any transmission line providing the RF signal shall be as low as possible. Therefore, using a ground plane on the PCB to minimize the impedance of ground connections is strongly recommended. The RF decoupling should be as close as possible to the pin with RF power injection.

Pour les cas où il n'est pas possible de suivre ces règles, le montage d'injection de puissance utilisé doit être caractérisé et documenté dans le rapport d'essai.

7.4 Caractéristiques du montage d'injection de puissance

Pour caractériser le montage d'injection de puissance, remplacer le CI par une charge de 50 Ω appropriée et mesurer le paramètre S_{21} sur le port d'injection RF à la pastille de la broche de CI spécifiée dans un système de 50 Ω. Il faut que le paramètre S_{21} ait un comportement constant sur la plage de fréquences utilisée sans aucune résonance (voir l'exemple de la Figure 5). Un écart maximal de 3 dB est autorisé.

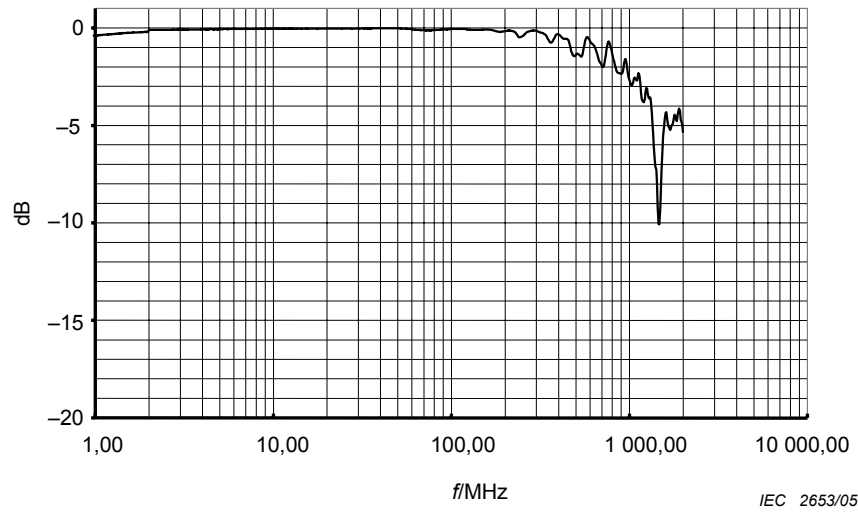


Figure 5 – Exemple d'un résultat de mesure d'amplitude S_{21} (première résonance supérieure à 1 GHz)

NOTE Pour toutes les mesures prévues pour caractériser le montage d'injection de puissance, il convient de placer sur la carte de circuit imprimé (PCB) tous les composants qui sont directement connectés au trajet de couplage (par exemple le filtre à l'alimentation ou aux charges).

Pour la caractérisation du trajet de couplage pour l'injection de puissance pour broches multiples, il convient de mesurer chaque trajet de couplage séparément et de déconnecter les autres pastilles.

7.5 Réseaux de découplage

Pour alimenter le DEE au niveau de la broche qui est soumise à la perturbation RF et pour mesurer la performance en courant continu du DEE tandis que la RF est appliquée, un réseau de polarisation à courant continu doit être appliqué. Il convient que l'impédance de ce réseau de polarisation à courant continu aux fréquences d'essai soit $\geq 400 \Omega$ (voir l'Article B.4 par exemple). La résistance à courant continu dépend des exigences de l'application.

Le réseau de polarisation à courant continu peut être également connecté au trajet d'injection à l'extérieur de la carte de circuit imprimé.

Pour minimiser l'effet de mauvaise adaptation dans les deux cas, la connexion du réseau de polarisation à courant continu de découplage à haute impédance au trajet d'injection doit être plus courte que $\lambda/20$ de la fréquence la plus haute de l'essai (par exemple moins de 15 mm pour 1 GHz).

Comme on peut le voir dans la Figure 1, il convient de connecter également d'autres signaux fonctionnels ou auxiliaires par l'intermédiaire d'un réseau de découplage afin de protéger le matériel auxiliaire. Il convient que le réseau de découplage ait une impédance $\geq 400 \Omega$ dans la plage de fréquences d'essai. En fonction de l'application il peut s'agir d'une résistance unique.

For cases where it is not possible to follow these rules the used power injection set-up shall be characterized and documented in the test report.

7.4 Characteristics of the power injection set-up

To characterize the power injection set-up, replace the IC by a proper 50 Ω port and measure the S_{21} parameter from the RF injection port to the pad of the specified IC pin in a 50 Ω system. The S_{21} parameter must have a constant behaviour over the used frequency range without any resonance (see the example in Figure 5). A maximum deviation of 3 dB is allowed.

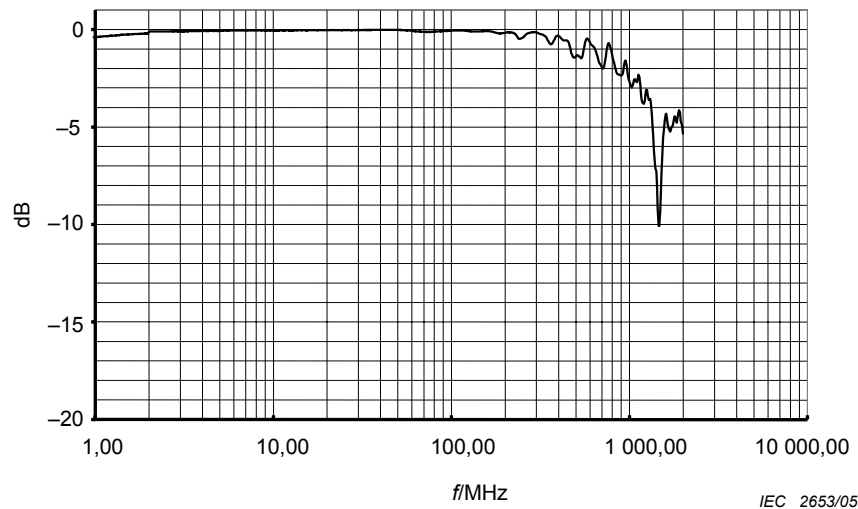


Figure 5 – Example of a S_{21} magnitude measurement result (first resonance above 1 GHz)

NOTE For all measurements to characterize the power injection set-up, all components which are directly connected to the coupling path (e.g. filter to power supply or loads) should be placed on the PCB.

For characterization of the coupling path for multiple pin power injection, each coupling path should be measured separately and the other pads should be unconnected.

7.5 Decoupling networks

To supply the DUT at the pin that is submitted to the RF and to measure DC performance of the DUT while RF is applied a DC biasing network shall be used. The impedance of this DC biasing network at the test frequencies should be $\geq 400 \Omega$ (see clause B.4 for example). The DC resistance depends on the requirements of the application.

The DC biasing network may also be connected to the injection path offside the printed circuit board.

To minimise the effect of mismatching in both cases, the connection from the high impedance decoupling DC-biasing network to the injection path shall be shorter than $\lambda/20$ of the highest frequency in the test (e.g. less than 15 mm for 1 GHz)

As can be seen from Figure 1 also other functional or auxiliary signals should be connected via a decoupling network in order to protect the auxiliary equipment. The decoupling network should have an impedance of $\geq 400 \Omega$ in the test frequency range. Depending on the application this may be a single resistor.

De plus, le couplage et le découplage de la RF à des signaux fonctionnels ou auxiliaires du DEE peuvent également être combinés en un réseau de couplage découplage (RCD). Ce RCD pour une injection en mode commun dans des lignes de signaux en mode différentiel comme un Réseau Artificiel Asymétrique (AAN ou réseau-T) est cité comme exemple dans la CISPR 16-1-2. En fonction de l'application, l'impédance d'un tel réseau peut s'écarter des $\geq 400 \Omega$ recommandés, mais elle doit être indiquée dans le rapport d'essai. Des informations supplémentaires sur les types de RCD figurent dans la CEI 61000-4-6.

8 Procédure d'essai

8.1 Généralités

Les méthodes d'essai doivent être conformes aux exigences de la CEI 62132-1 comme suit.

8.2 Méthode d'essai spécifique

Dans cette méthode d'essai, le DEE est essayé en un séquençement d'échelons de fréquences et de paliers de niveaux d'essai. La Figure 6 présente le logigramme d'un exemple de séquençement d'injection de puissance RF spécifique.

A chaque fréquence d'intérêt, la puissance directe fournie au DEE débute à partir de niveaux faibles, par exemple de 20 dB inférieurs au niveau de puissance directe spécifié pour l'essai. Le niveau peut ensuite être augmenté par paliers jusqu'à ce qu'un dysfonctionnement soit observé ou que l'on atteigne le niveau spécifié de puissance directe. Chaque niveau de puissance doit être gardé suffisamment longtemps (temps de maintien) pour permettre la réaction du CI (par exemple si les fonctions de temporisation sont incluses dans le DEE). Le palier de niveau de puissance par défaut recommandé peut être de 0,5 dB. Les échelons de fréquences par défaut et le temps de maintien sont définis dans la CEI 62132-1.

De plus, la mise à niveau de la puissance peut être commencée à un niveau spécifié de puissance directe, en diminuant le niveau par paliers jusqu'à atteindre la fonction appropriée ou un niveau minimal de puissance directe. Cette procédure réduit la durée totale d'une série d'essais principalement pour un DEE hautement immunitaire.

Furthermore, coupling and decoupling of RF to functional or auxiliary signals of the DUT can also be combined in a coupling decoupling network (CDN). Such a CDN for common mode injection into differential mode signal lines as an Asymmetrical Artificial Network (AAN or T-network) is shown in CISPR 16-1-2 as an example. Depending on the application, the impedance of such a network may deviate from the recommended $\geq 400 \Omega$ but shall be stated in the test report. Additional information on types of CDN can also be found in IEC 61000-4-6.

8 Test procedure

8.1 General

The test procedures shall be in accordance with the requirements of IEC 62132-1 and as follows.

8.2 Specific test procedure

In this test procedure, the DUT is tested in a sequence of frequency steps and test level steps. Figure 6 shows the flowchart of an example of the specific RF power injection sequence.

At each frequency of interest, the forward power delivered to the DUT will start from low levels, e.g. 20 dB below the forward power level specified for the test. The level can then be increased in steps until a malfunction is observed, or the specified forward power level is reached. Each power level shall be kept long enough (dwell time) to allow the IC to react (e.g. if timer functions are included in the DUT). The recommended default power level step can be 0,5 dB. Default frequency steps and the dwell time are defined in IEC 62132-1.

In addition, the power levelling can be started at a specified forward power level, decreasing the level in steps until proper function or a minimum forward power level is reached. This procedure reduces the total duration of a test run mainly for a highly immune DUT.

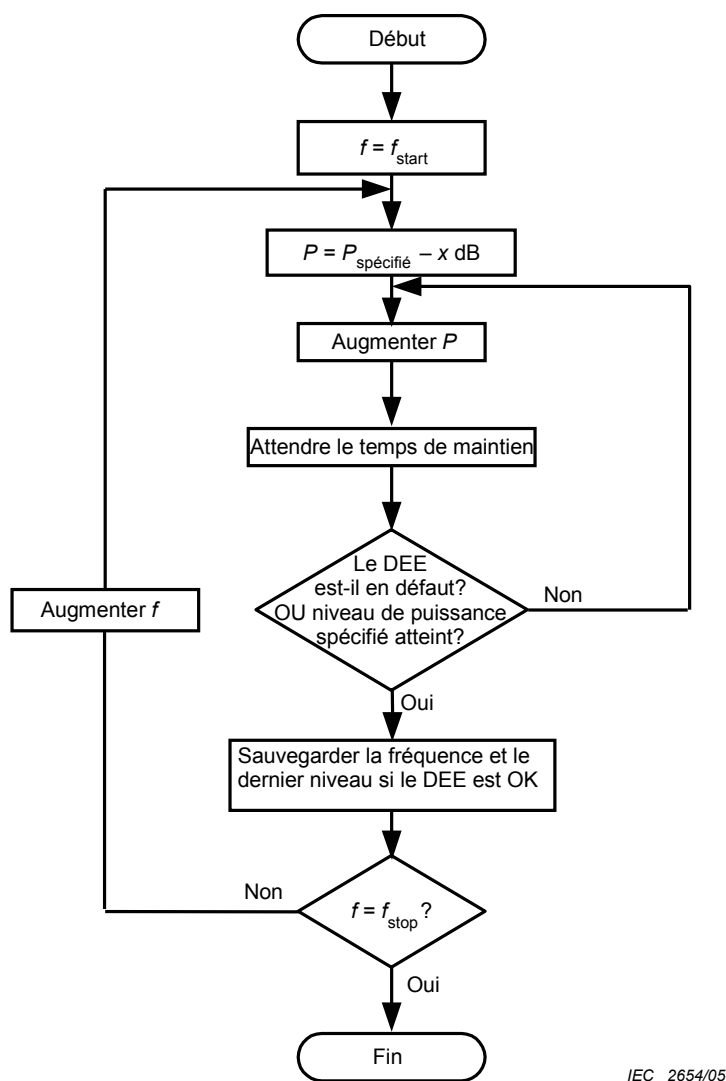


Figure 6 – Logigramme d’une méthode d’essai

9 Rapport d’essai

Un rapport d’essai doit être préparé conformément à la CEI 62132-1.

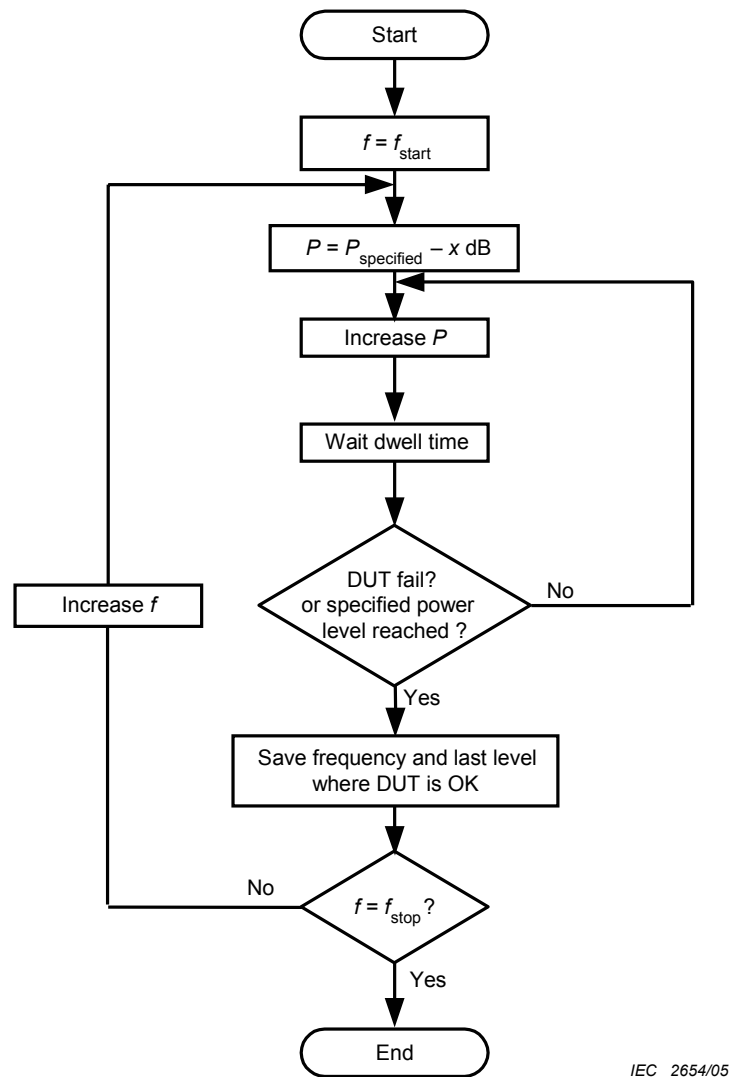


Figure 6 – Flowchart of a test procedure

9 Test report

A test report shall be prepared in accordance with IEC 62132-1.

Annexe A (informative)

Exemple d'une spécification des niveaux d'immunité par exemple pour des applications dans le secteur automobile

A.1 Généralités

L'objet de cette annexe est de suggérer une façon de trouver le niveau de test pour les essais d'immunité. On réalise cela sur la base de l'expérience, en spécifiant le niveau d'immunité des dispositifs à semiconducteurs utilisés dans des applications automobiles.

Le niveau d'immunité dépend de l'application spécifique et de la méthode d'essai choisie. Il convient que l'utilisateur de la norme choisisse avec soin le niveau de seuil d'immunité nécessaire pour éviter les dépassements de sévérité et des frais supplémentaires. Il convient que le fabricant de dispositifs à semiconducteurs pour application automobile choisisse un niveau de seuil pour le développement de son produit qui soit aussi élevé que possible afin d'atteindre les exigences automobiles. Il convient que le niveau d'immunité des dispositifs à semiconducteurs fasse partie de la spécification de produit pour de tels dispositifs.

Il convient que les fabricants d'unités de commande électronique pour application automobile et de dispositifs à semiconducteurs utilisés dans cette application collaborent étroitement, afin de définir une solution efficace pour atteindre l'immunité nécessaire dans les véhicules.

A.2 Exemple de niveaux d'immunité

Le niveau d'essai nécessaire dépend de l'application du circuit intégré et de la broche du CI, que l'on doit soumettre à l'essai. En fonction du filtrage et du découplage possibles du signal perturbateur, il convient d'utiliser un niveau d'essai différent. Ces circonstances pourraient être décrites comme des zones de protection et des niveaux de puissance par rapport aux zones. Le Tableau A.1 propose des zones de protection, des niveaux de puissance et donne des exemples pour des dispositifs à semiconducteurs. Le Tableau A.1 présente le niveau de puissance des signaux du type à ondes entretenues. Il convient que les signaux modulés en amplitude (AM) aient les mêmes valeurs de crête à crête que les signaux du type à ondes entretenues (CW).

Tableau A.1 – Exemple de gammes de niveaux d'immunité

Zone	Puissance dBm	Puissance W	Dispositif protégé à l'extérieur par	Exemple de dispositifs
1	30...37	1...5	Rien ou seulement un petit condensateur servant de filtre	Interrupteurs côté haut, circuits d'alimentation, émetteur-récepteur de bus pour commander le faisceau de câbles (par exemple CAN, LIN)
2	20...27	0,1...0,5	Filtre passe-bas L-,R-,C-	Dispositifs de conditionnement de signaux, circuit de capteur ABS, excitateur de ligne de communication
3	10...17	0,01...0,05	Pas de connexion directe à l'environnement, découplage par placement	Microcontrôleur, mémoires

Annex A (informative)

Example of a specification of immunity levels e.g. for automotive applications

A.1 General

The purpose of this annex is to suggest how to find the test level for immunity testing. This is done on the basis of experience, specifying the immunity level of semiconductor devices used in automotive applications.

The immunity level depends on the specific application and on the test method chosen. The user of the standard should choose carefully the necessary immunity threshold level to avoid overtesting and extra costs. The manufacturer of semiconductor devices for automotive application should choose a threshold level for their product development that is as high as possible in order to reach the automotive requirements. The immunity level of semiconductor devices should be part of the product specification for such devices.

Manufacturers of electronic control units for automotive application and of semiconductor devices used in such application should work closely together in order to define an efficient solution for reaching the necessary immunity in vehicles.

A.2 Example of immunity levels

The necessary test level depends on the application of the integrated circuit and the pin of the IC, which is to be tested. Depending on the possible filtering and decoupling from the disturbance signal, a different test level should be used. These circumstances could be described as protective zones and power levels related to the zones. Table A.1 proposes protective zones, power level and show examples for semiconductor devices. Table A.1 shows the power level of CW signals. AM signals should have the same peak-to-peak values as the CW signals:

Table A.1 – Example of immunity level ranges

Zone	Power dBm	Power W	Device externally protected by	Example for devices
1	30...37	1...5	Nothing or only a small capacitor as filter	High side switches, power supply circuits, bus-transceiver for driving wire harness (e.g. CAN, LIN)
2	20...27	0,1...0,5	L-,R-,C-low pass filter	Signal conditioning devices, ABS sensor circuit, communication line driver
3	10...17	0,01...0,05	No direct connection to the environment, decoupling by placing	Microcontroller, memories

Le niveau de puissance n'est pas une valeur fixe car il dépend de l'application réelle et peut être modifié par des facteurs comme le boîtier, le placement sur le PCB, le nombre de fils pour l'unité, entre autres.

Une dépendance de la puissance par rapport à la fréquence comme on l'observe pour l'essai unitaire n'est pas nécessaire, parce que le parcours d'amplitude des éléments filtrants est grossièrement à l'opposé du parcours de couplage de l'unité. En fonction du cours nécessaire de la fréquence du dispositif à semiconducteurs, les plages de fréquences pour le niveau de puissance d'essai peuvent être définies.

The power level is not a fixed value because it depends on the actual application and may be varied by factors like housing, placing on the PCB, number of wires to the unit and so on.

A dependence of the power versus frequency as observed for the unit test is not necessary, because the filter element amplitude course is roughly opposite to the coupling course of the unit. Depending on the necessary frequency course of the semiconductor device, frequency ranges for the test power level may be defined.

Annexe B (informative)

Conseils en vue de la meilleure installation d'un montage d'essai par rapport à la RF

B.1 Introduction

Cette annexe informative est prévue pour fournir des exemples sur la façon de mettre en œuvre un matériel d'essais d'immunité.

B.2 Généralités

Cette approche de base consiste à transporter la RF à injecter aussi près que possible du dispositif en essai sans quitter le système de ligne de transmission de 50 Ω. On peut l'accomplir de deux façons:

- a) en utilisant une carte aussi petite que possible et en plaçant le connecteur de la ligne de transmission aussi près que possible du dispositif;

NOTE «Aussi petite que possible» signifie inférieure à $\lambda/20$ de la fréquence la plus élevée de l'essai (par exemple inférieure à 15 mm pour 1 GHz).

- b) en utilisant une grande carte, en mettant en œuvre des pistes sur la carte qui sont des lignes de transmission, de nouveau avec une impédance de 50 Ω, pour maintenir le rapport total d'ondes stationnaires en tension (VSWR) en dessous de 1,2. Il convient d'éviter les variations de champs à l'intérieur des lignes microrubans afin d'éviter la discontinuité d'impédance, qui provoque des réflexions multiples (résonance).

Le cas a) peut être utilisé pour des CI avec un nombre faible de broches, tandis que le cas, b) est avantageux pour l'essai des CI dotés d'un grand nombre de broches. En utilisant le cas b), le montage d'essai peut être constitué d'une carte à ligne ruban générale avec une carte d'application spécifique CI sur le dessus de celui-ci.

B.3 Technique de connexion

Dans le cas a) de B.2, le connecteur du câble coaxial peut être placé sur la carte (Figure B.1) ou aussi près que possible de la carte d'essai (Figure B.2).

Annex B (informative)

Hints for the best installation of a test set-up with respect to RF

B.1 Introduction

This informative annex is intended to give examples how to implement an immunity test hardware.

B.2 General

The basic approach is to carry the RF to be injected as close to the device under test as possible without leaving the 50 Ω transmission line system. This can be accomplished in two ways:

- a) using a board as small as possible and placing the connector of the transmission line as close to the device as possible;

NOTE 'Small as possible' means smaller than $\lambda/20$ of the highest frequency in the test (e.g. less than 15 mm for 1 GHz).

- b) using a large board, implementing traces on the board that are transmission lines, again with an impedance of 50 Ω , to keep the total VSWR below 1,2. Jumper fields within the microstrips should be avoided in order to avoid impedance discontinuity, which causes multiple reflections (resonance).

Case a) can be used for ICs with a low number of pins, while case b) is advantageous for testing ICs with a high number of pins. Using case b), the test set-up may consist of a general strip line board with an IC-specific application board on top of it.

B.3 Connection technique

In case a) of B.2, the connector of the coax-cable can be placed on the board (Figure B.1) or as close as possible to the test board (Figure B.2).

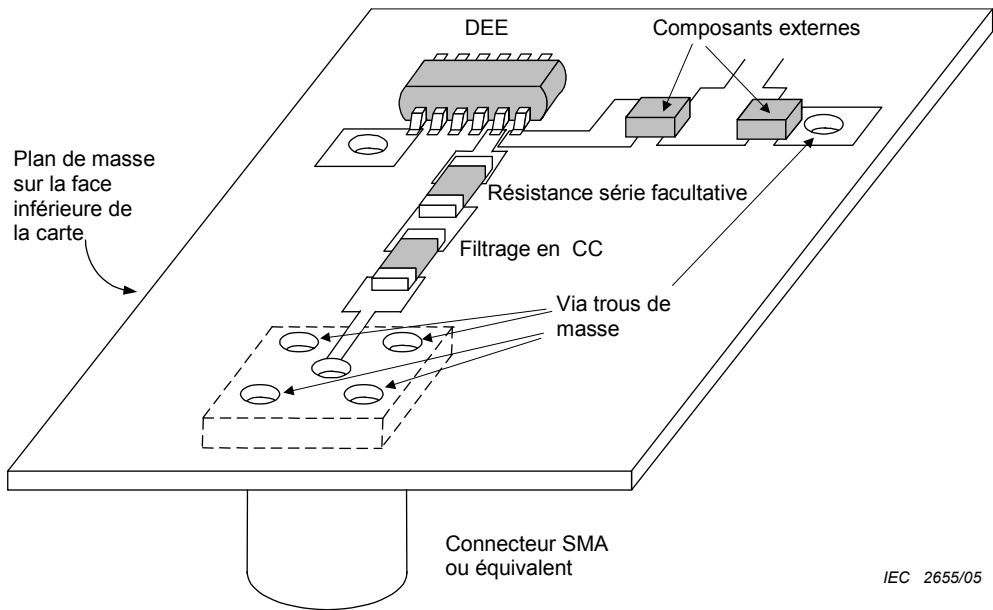


Figure B.1 – Installation d’un connecteur sur la carte d’essai à proximité du DEE

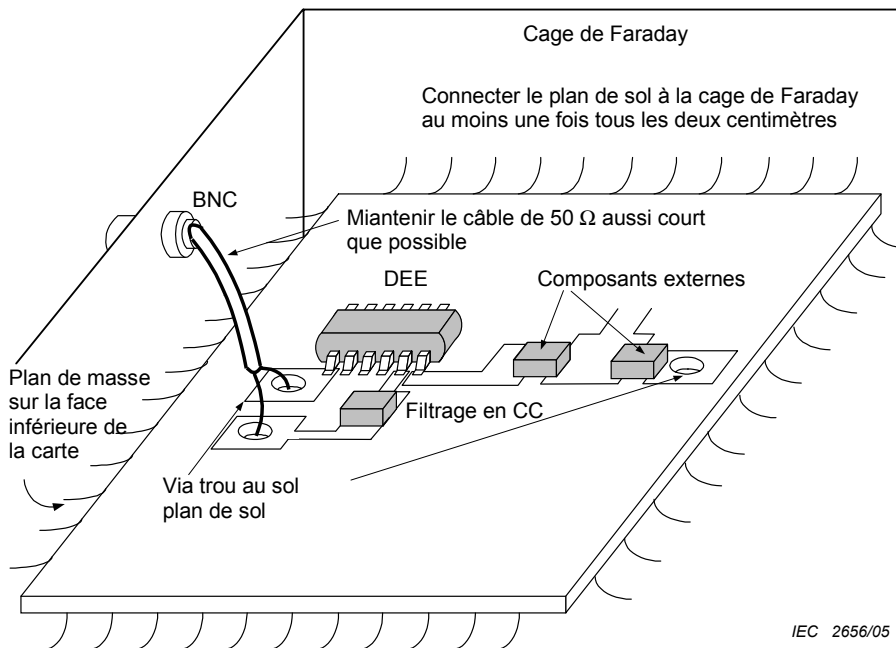


Figure B.2 – Exemple de l’installation d’un connecteur au moyen d’une cage de Faraday en plaçant le connecteur aussi près que possible du DEE (une résistance série facultative peut être ajoutée)

Dans le cas b) de B.2, la carte spécifique CI peut être connectée aux microrubans de la grande carte principale par des broches de contact à ressort. La connexion de masse est fournie par la bague intérieure des broches de contact à ressort pour éviter les fentes significatives entre le plan de masse de la carte principale et le plan de masse de la carte spécifique CI. La bague extérieure des broches de contact à ressort est prévue pour connecter les signaux RF de la carte principale à la carte spécifique CI. Cela est illustré à la Figure B.3.

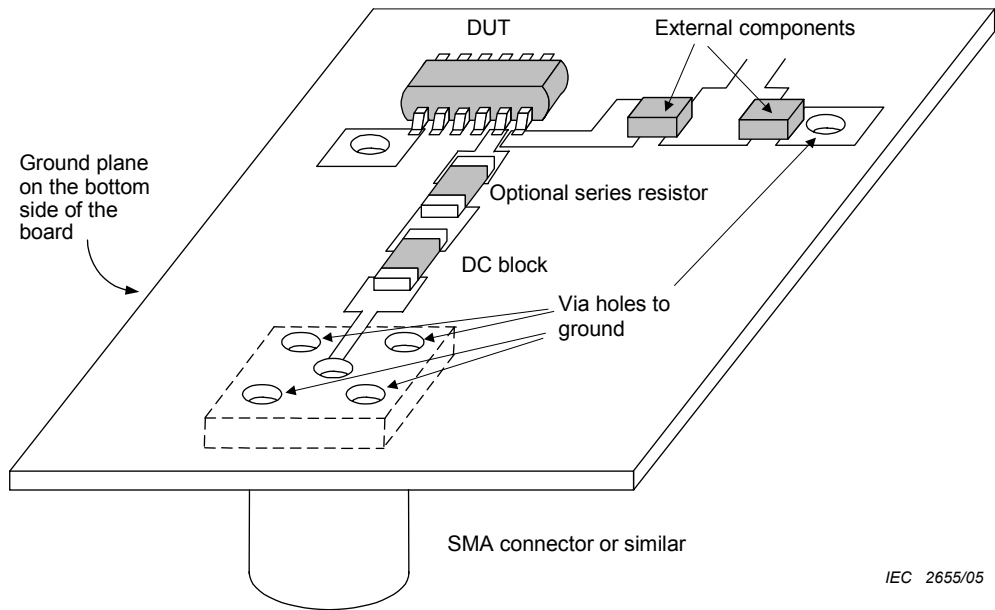


Figure B.1 – Installation of a connector on the test board nearby the DUT

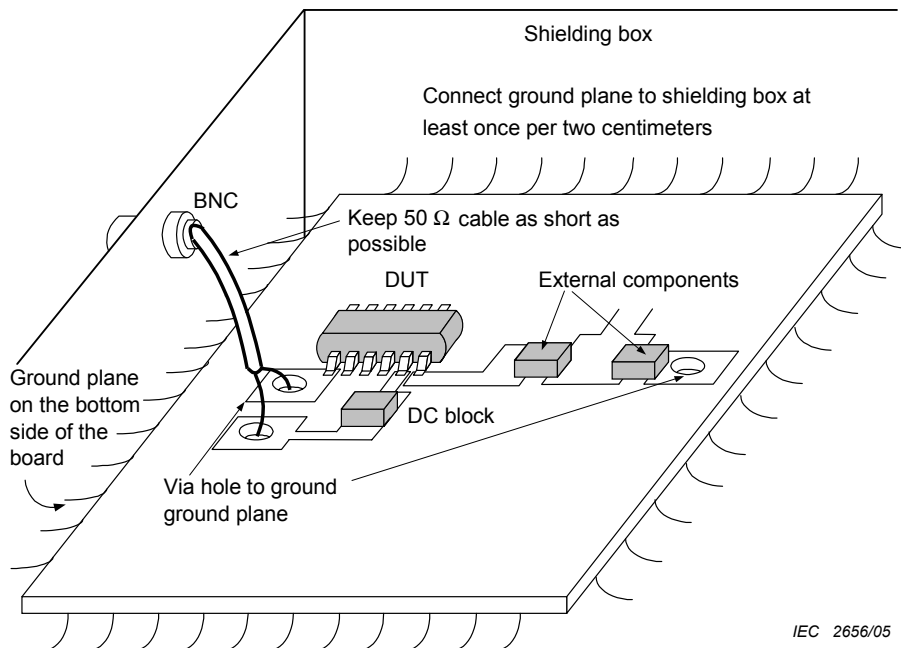


Figure B.2 – Example of an installation of a connector when using a shielding box placing the connector as close as possible to the DUT (optional series resistor may be added)

In case b) of B.2, the IC specific board can be connected to the microstrips of the large main board by spring contact pins. The ground connection is provided by the inner ring of spring contact pins to avoid significant slits between the ground plane of the main board and the ground plane of the IC specific board. The outer ring of spring contact pins is for connecting the RF signals from the main board to the IC specific board. This is shown in Figure B.3.

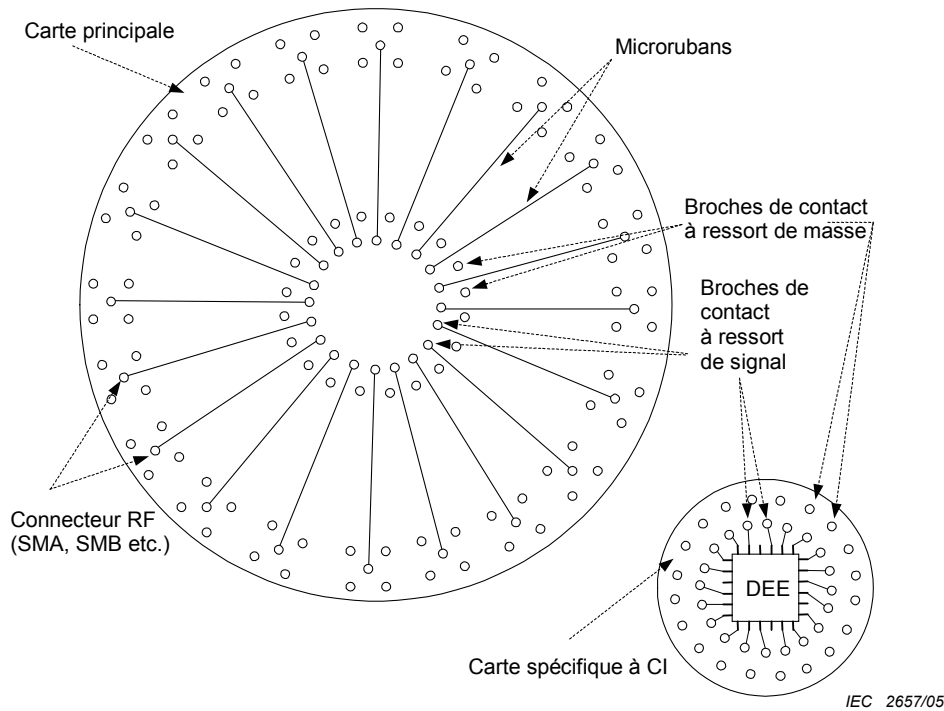


Figure B.3 – Accès à un DEE à nombre élevé de broches par une grande carte principale et une carte spécifique CI connectées par des broches de contact à ressort

B.4 Réseaux de mesure et de polarisation en courant continu

Pour polariser les broches en essai, la RF doit être découplée de la source de courant continu. Dans le cas d'une broche à courant élevé, cela peut être accompli en utilisant une bobine, comme l'illustre la Figure B.4.

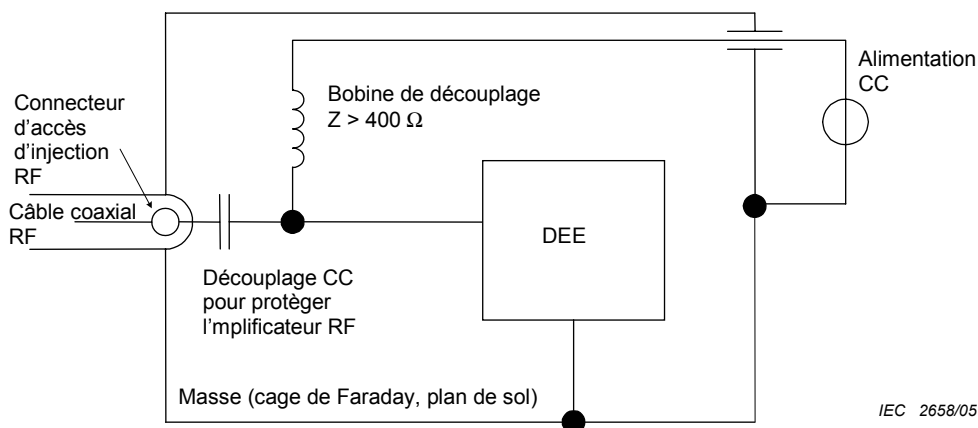


Figure B.4 – Découplage en courant continu d'une broche à courant élevé

Normalement une seule bobine ou inductance ne couvre pas toute la plage de fréquences. Donc, ce qui est symbolisé par une bobine à la Figure B.4 en pratique peut être constitué par plusieurs bobines et/ou bobines d'inductance en série avec celle à l'inductance la plus faible située au plus près du DEE. Au niveau des broches d'alimentation, si un condensateur de filtrage est absolument obligatoire pour l'application, l'essai est réalisé avec ce condensateur.

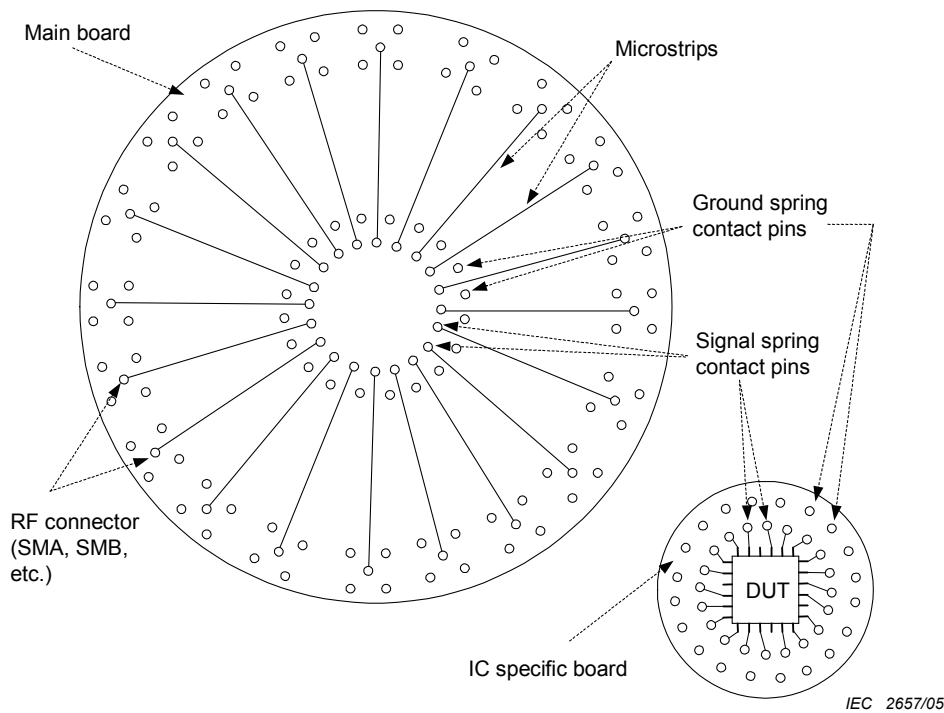


Figure B.3 – Accessing a high pin count DUT by a large main board and an IC specific board connected by spring contact pins

B.4 DC biasing and probing networks

To bias pins under test the RF shall be decoupled from the DC source. In the case of a high current pin, this can be accomplished using a coil as shown in Figure B.4.

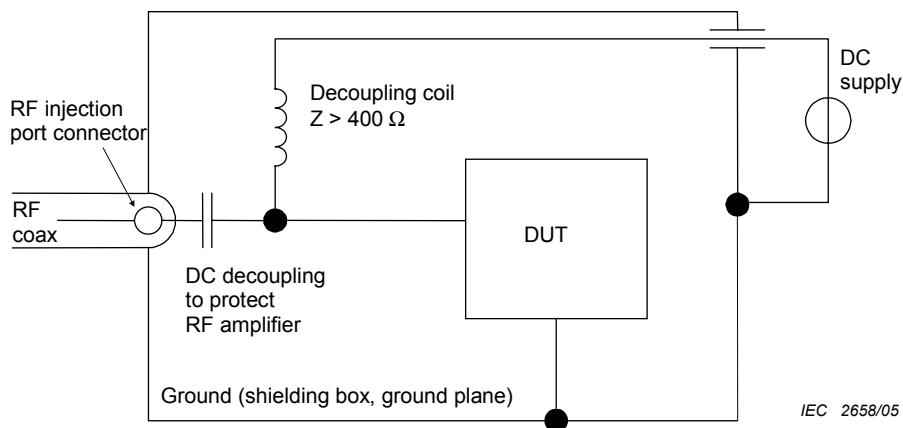
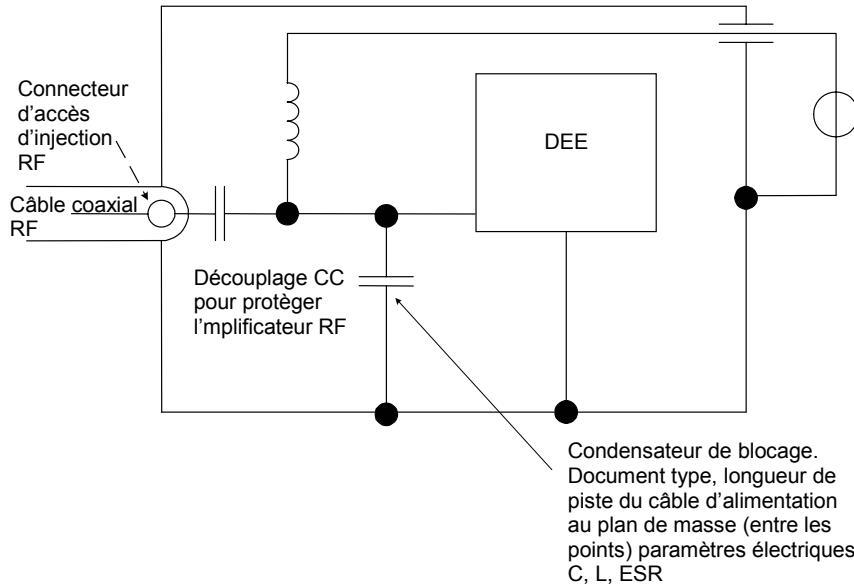


Figure B.4 – DC decoupling of a high current pin

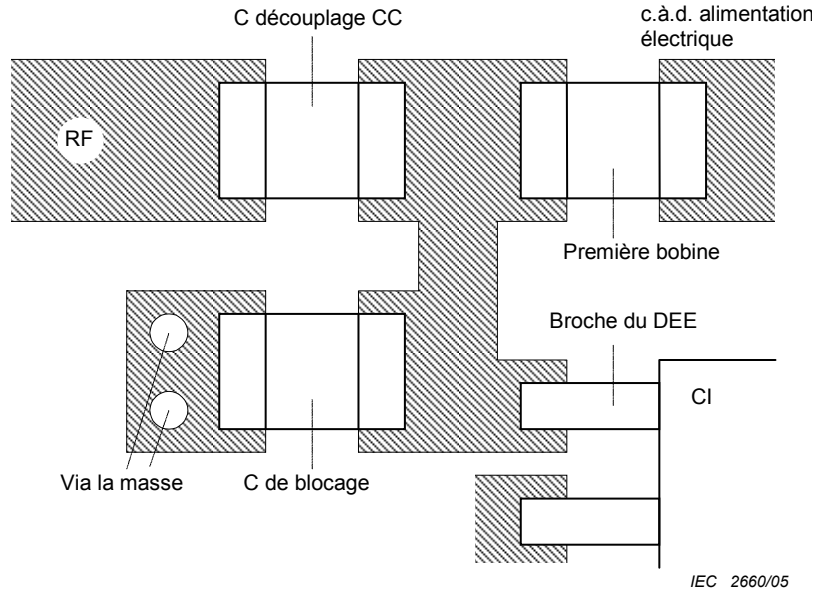
Normally one coil or inductor alone will not cover the whole frequency range. So what is symbolized by one coil in Figure B.4 in practice may consist of several coils and/or inductors in series with the one with the lowest inductance closest to the DUT. At supply pins where a blocking capacitor is absolutely mandatory for the application, the test is performed with the capacitor.

La présence du condensateur, le type, la valeur et la disposition (longueur de piste etc.) doivent être documentés. Si possible, il convient d'utiliser le même condensateur qu'en application réelle. La Figure B.5 représente le schéma d'un tel montage et la Figure B.6 représente une disposition éventuelle.



IEC 2659/05

Figure B.5 – Montage d'essai avec condensateur de blocage obligatoire



IEC 2660/05

NOTE Il convient que le condensateur de blocage du montage d'essai soit du même côté de la PCB que dans l'application réelle.

Figure B.6 – Exemple de disposition pour DEE avec condensateur de blocage obligatoire

Si la charge d'une puissance de sortie est connue, on peut l'ajouter au montage d'essai, comme l'illustre la Figure B.7 pour une commande de moteur.

The presence of the capacitor, the type, value and layout (trace length etc.) shall be documented. If possible the same capacitor should be used as in the real application. Figure B.5 shows the schematic of such a set-up and Figure B.6 shows a possible layout.

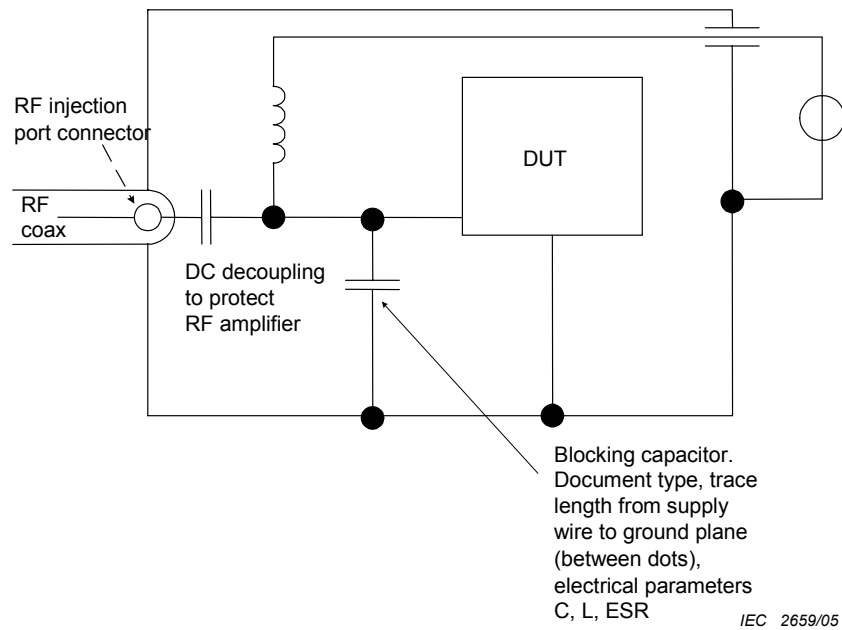
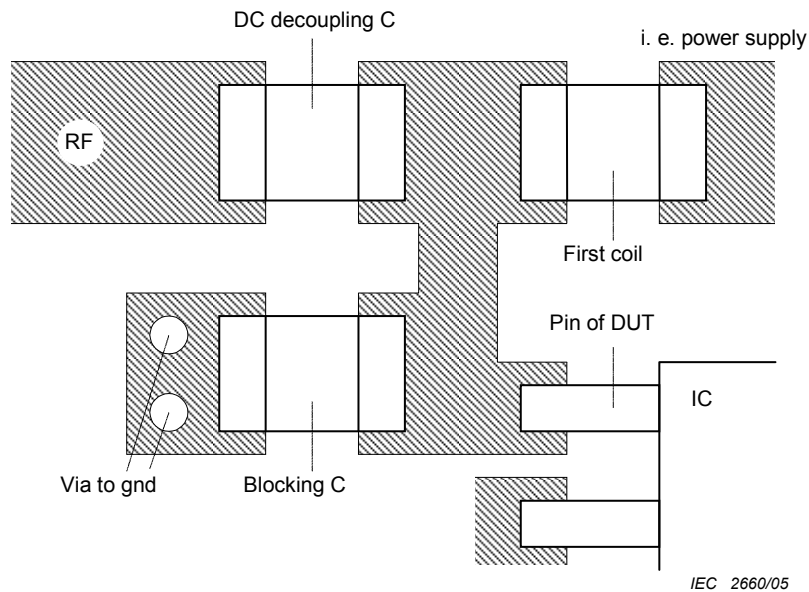


Figure B.5 – Test set-up with mandatory blocking capacitor



NOTE The blocking capacitor in the test set-up should be on the same side of the PCB as in the real application.

Figure B.6 – Layout example for DUT with mandatory blocking capacitor

If the load of a power output is known, it can be added to the test set-up as shown for a motor driver in Figure B.7.

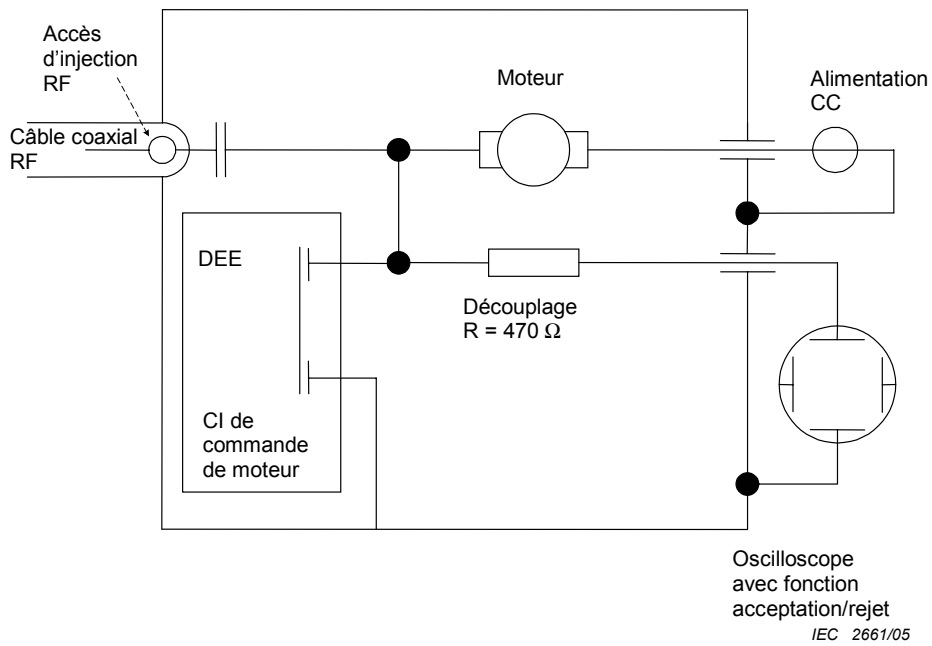


Figure B.7 – Exemple de montage d’essai dont la charge est sur le montage d’essai

Ici la sortie est soumise aux perturbations radioélectriques (RF) et à une surveillance en vue d’un fonctionnement correct en même temps. Le courant élevé parcourant la charge ne nécessite pas d’être découplé par un filtre inductif. De cette façon, seule la sonde très résistive utilisée pour la surveillance du circuit doit être découplée. Comme la circulation du courant est faible, une simple résistance de 470 Ω (ou plus) peut être utilisée.

Les entrées à impédance élevée peuvent être polarisées par l’intermédiaire d’une résistance de manière analogue à la représentation de la Figure B.8.

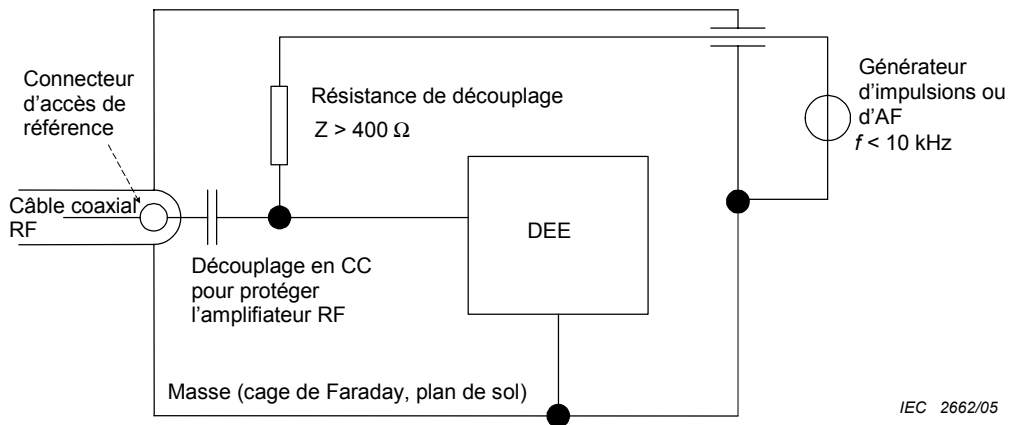


Figure B.8 – Exemple d’un réseau de découplage pour une entrée à haute impédance

Dans tous les cas, il convient que la piste à partir du ruban transportant la RF jusqu’au réseau de découplage soit courte (quelques millimètres) pour éviter les réflexions désagréables aux extrémités des fils non connectés.

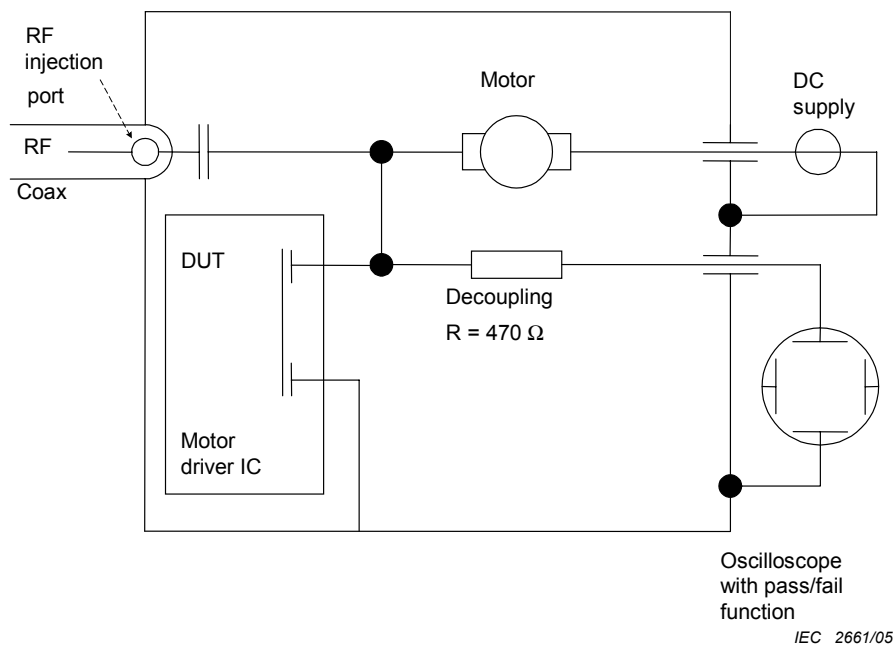


Figure B.7 – Test set-up example with the load on the test set-up

Here the output is submitted to RF disturbance and monitored for proper function at the same time. The high current flowing through the load does not need to be decoupled by an inductive filter. In this way only the high resistive probe used to monitor the circuit shall be decoupled. As the current flow is low, a simple resistor of 470 Ω (or more) can be used.

Inputs with high impedance can be biased via a resistor in a similar way as shown in Figure B.8.

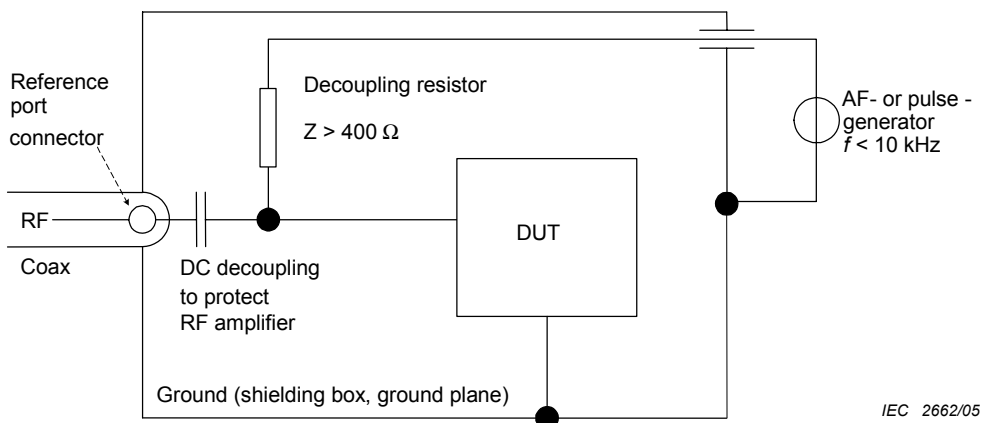


Figure B.8 – Example of a decoupling network for an input with high impedance

In any case the trace from the RF carrying trace to the decoupling network should be short (some millimetres) to avoid reflections at dangling wire ends.

B.5 Broches non soumises à la RF

Dans une application pratique, la diaphonie à l'intérieur du CI entraîne une circulation de courant RF aux broches non soumises directement à la RF. Ce courant ne circulerait pas dans l'essai si les broches non soumises n'étaient pas terminées. Il convient que les broches non soumises aux signaux RF soient de ce fait terminées avec l'impédance typique de l'application, afin de reproduire également l'effet de diaphonie. La Figure B.9 illustre un schéma simplifié.

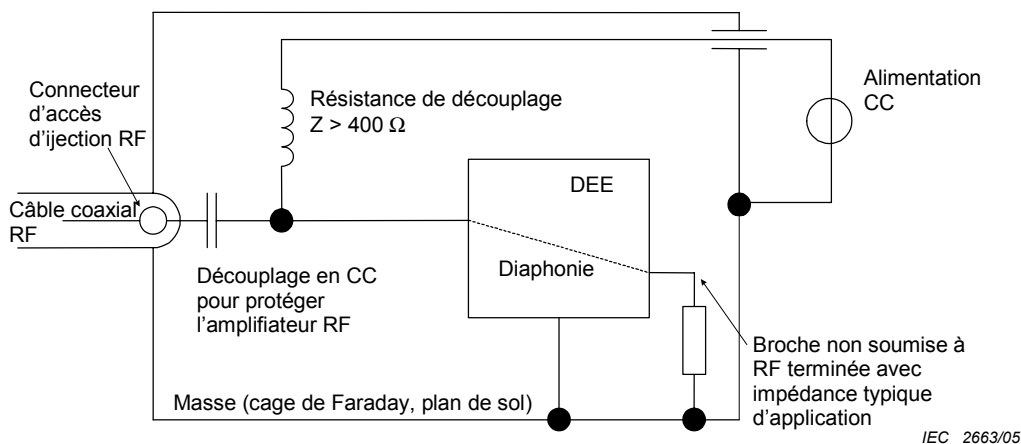


Figure B.9 – Terminaison de broches à ne pas tester avec une impédance typique pour reproduire les courants de diaphonie

En cas d'incertitude, l'essai des broches atteintes par la diaphonie est encouragé, comme le montre la Figure B.9.

B.6 Injection à broches multiples dans un système de mode différentiel

A titre d'exemple d'injection de puissance RF multiple, l'injection dans un CI émetteur-récepteur pour bus différentiel de données est représentée. L'exemple particulier est illustré pour le bus CAN grande vitesse bien connue (voir l'ISO 11898-1 pour les détails du bus). On peut utiliser la terminaison du bus pour soumettre les deux broches du bus à la RF. Cela est illustré dans la Figure B.10.

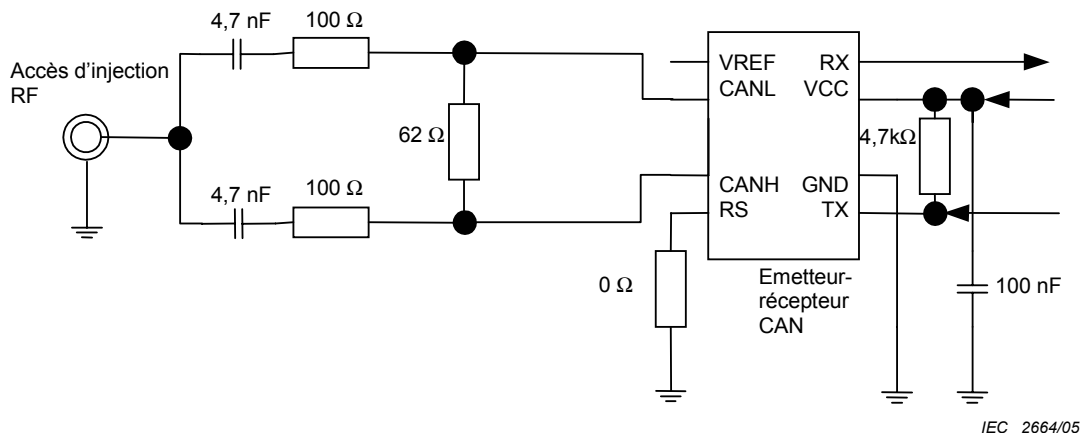


Figure B.10 – Exemple d'injection de puissance dans deux broches utilisant la terminaison recommandée du bus CAN à grande vitesse

B.5 Pins not submitted to RF

In practical application, crosstalk inside the IC leads to a RF current flow to pins not directly submitted to the RF. This current would not flow in the test if the pins not submitted were not terminated. Pins not submitted to the RF signal therefore should be terminated with the application's typical impedance in order to also reproduce crosstalk effect. Figure B.9 shows a simplified schematic.

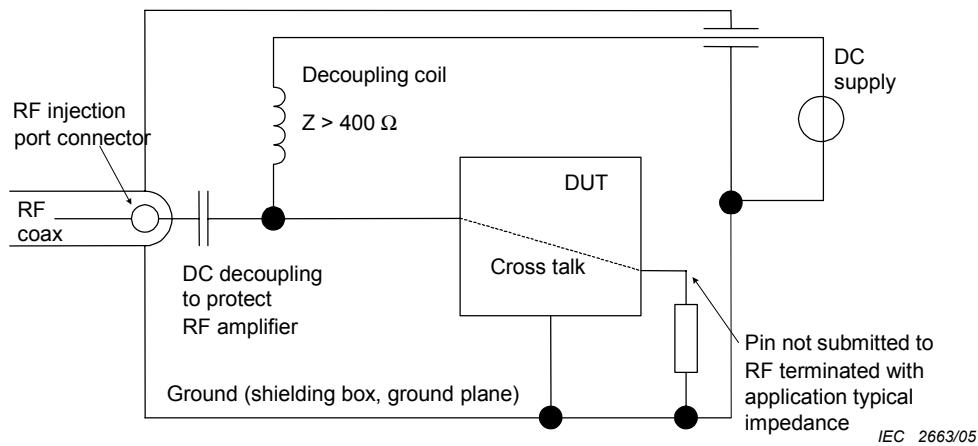


Figure B.9 – Termination of pins not to be tested with a typical impedance to reproduce crosstalk currents

In case of uncertainty, testing the pins accessed by crosstalk is encouraged, as shown in Figure B.9.

B.6 Multiple pin injection into a differential mode system

As an example for multiple RF power injection, the injection into a transceiver IC for differential data buses is shown. The particular example is shown for the well-known high speed CAN-bus (see ISO 11898-1 for details of the bus). One can use the termination of the bus to submit both pins of the bus to the RF. This is shown in Figure B.10.

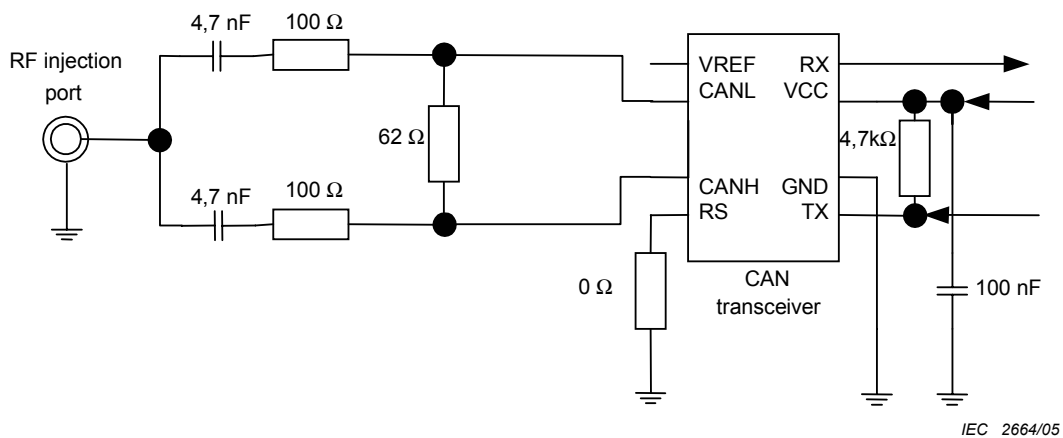


Figure B.10 – Example of power injection into two pins using the mandatory termination of the high speed CAN bus

Annexe C (informative)

Explication du niveau d'essai de crête constant

Cette annexe explique le principe du niveau d'essai de puissance de crête constant similaire à la présentation de l'Annexe B de l'ISO 11452-1.

La demande de base est que le niveau d'essai de puissance de crête constant doit être une simulation de la puissance de crête en une application réelle du DEE. Si la modulation AM est appliquée au signal d'essai, la puissance de crête simulée P_{AMpeak} doit correspondre à la même valeur que la puissance de crête lorsque l'on applique l'onde entretenue P_{CWpeak} , sans tenir compte de l'indice de modulation m .

$$P_{AMpeak} = P_{CWpeak}$$

La corrélation entre la puissance moyenne P_{AM} et P_{CW} est donnée dans l'ISO 11452-1.

$$P_{AM} = P_{CW} \times \frac{2 + m^2}{2(1 + m)^2}$$

Par exemple:

La modulation AM 80 % ($m = 0,8$) donne ce qui suit:

$$P_{AM} = 0,407 \times P_{CW}$$

Annex C (informative)

Constant peak test level explanation

This annex explains the principle of constant peak power test level similar as shown in Annex B of ISO 11452-1.

The basic request is that the peak power test level shall be a simulation of the peak power in a real application of the DUT. Thus if AM modulation is applied to the test signal, the simulated peak power $P_{AM\ peak}$ shall have the same value as the peak power when continuous wave P_{CWpeak} is applied, regardless the modulation index m .

$$P_{AM\ peak} = P_{CW\ peak}$$

The correlation between the mean power P_{AM} and P_{CW} is derived in ISO 11452-1.

$$P_{AM} = P_{CW} \times \frac{2 + m^2}{2(1 + m)^2}$$

For example:

80 % AM modulation ($m = 0,8$) results in

$$P_{AM} = 0,407 \times P_{CW}$$

Bibliographie

ISO 11451-1:2005, *Véhicules routiers – Méthodes d'essai d'un véhicule soumis à des perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique en bande étroite – Partie 1: Principes généraux et terminologie*

ISO 11451-2:2005, *Véhicules routiers – Méthodes d'essai d'un véhicule soumis à des perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique en bande étroite – Partie 2: Source de rayonnement hors du véhicule*

ISO 11451-3:1994, *Véhicules routiers – Perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique à bande étroite – Méthodes d'essai des véhicules – Partie 3: Simulation d'un émetteur embarqué* (disponible en anglais seulement)

ISO 11451-4:1995, *Véhicules routiers – Perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique à bande étroite – Méthodes d'essai des véhicules – Partie 4: Méthode d'injection de courant (BCI)* (disponible en anglais seulement)

ISO 11452-1:2005, *Véhicules routiers – Méthodes d'essai d'un équipement soumis à des perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique en bande étroite – Partie 1: Principes généraux et terminologie*

ISO 11452-2:2004, *Véhicules routiers – Méthodes d'essai d'un équipement soumis à des perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique en bande étroite – Partie 2: Chambre anéchoïque* (disponible en anglais seulement)

ISO 11452-3:2001, *Véhicules routiers – Méthodes d'essai d'un équipement soumis à des perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique en bande étroite – Partie 3: Cellule à mode électromagnétique transverse (TEM)*

ISO 11452-4:2005, *Véhicules routiers – Méthodes d'essai d'un équipement soumis à des perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique en bande étroite – Partie 4: Méthode d'injection de courant (BCI)*

ISO 11452-5:2002, *Véhicules routiers – Méthodes d'essai d'un équipement soumis à des perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique en bande étroite – Partie 5: Ligne TEM à plaques*

ISO 11452-7:2003, *Véhicules routiers – Méthodes d'essai d'un équipement soumis à des perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique en bande étroite – Partie 7: Injection directe de puissance aux fréquences radioélectriques (RF)*

ISO 11898-1:2003, *Véhicules routiers – Gestionnaire de réseau de communication (CAN) – Partie 1: Couche liaison de données et signalisation physique*

Bibliography

ISO 11451-1:2005, *Road vehicles – Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy – Part 1: General and definitions*

ISO 11451-2:2005, *Road vehicles – Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy – Part 2: Off-vehicle radiation sources*

ISO 11451-3:1994, *Road vehicles – Electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy – Vehicle test methods – Part 3: On-board transmitter simulation (available in English only)*

ISO 11451-4:1995, *Road vehicles – Electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy – Vehicle test methods – Part 4: Bulk current injection (BCI) (available in English only)*

ISO 11452-1:2005, *Road vehicles – Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy – Part 1: General and definitions*

ISO 11452-2:2004, *Road vehicles – Electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy – Component test methods – Part 2: Absorber-lined chamber (available in English only)*

ISO 11452-3:2001, *Road vehicles – Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy – Part 3: Transverse electromagnetic mode (TEM) cell*

ISO 11452-4:2005, *Road vehicles – Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy – Part 4: Bulk current injection (BCI)*

ISO 11452-5:2002, *Road vehicles – Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy – Part 5: Stripline*

ISO 11452-7:2003, *Road vehicles – Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy – Part 7: Direct radio frequency (RF) power injection*

ISO 11898-1:2003, *Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 1: Data link layer and physical signalling*

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 2-8318-8420-9



9 782831 884202

ICS 31.200
