

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61967-2

Première édition
First edition
2005-09

**Circuits intégrés –
Mesure des émissions électromagnétiques,
150 kHz à 1 GHz –**

**Partie 2:
Mesure des émissions rayonnées –
Méthode de cellule TEM et cellule
TEM à large bande**

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

**Part 2:
Measurement of radiated emissions –
TEM cell and wideband TEM cell method**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61967-2:2005

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Service clients**

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Customer Service Centre**

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61967-2

Première édition
First edition
2005-09

**Circuits intégrés –
Mesure des émissions électromagnétiques,
150 kHz à 1 GHz –**

**Partie 2:
Mesure des émissions rayonnées –
Méthode de cellule TEM et cellule
TEM à large bande**

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

**Part 2:
Measurement of radiated emissions –
TEM cell and wideband TEM cell method**

© IEC 2005 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	12
4 Généralités	12
5 Conditions d'essai	12
5.1 Généralités	12
5.2 Tension d'alimentation	12
5.3 Gamme de fréquences	12
6 Equipement d'essai	12
6.1 Généralités	12
6.2 Blindage	12
6.3 Appareil de mesure RF	12
6.4 Préamplificateur	14
6.5 Cellule TEM	14
6.6 Cellule TEM/GTEM à large bande	14
6.7 Terminaison de 50 Ω	14
6.8 Gain du système	14
7 Montage d'essai	14
7.1 Généralités	14
7.2 Configuration d'essai	14
7.3 PCB d'essai	16
8 Procédure d'essai	22
8.1 Généralités	22
8.2 Conditions ambiantes	22
8.3 Vérification opérationnelle du DEE	22
8.4 Mesure des émissions du DEE	22
9 Rapport d'essai	24
9.1 Généralités	24
9.2 Conditions de mesure	24
10 Niveaux de référence des émissions du CI	24
Annexe A (informative) Exemple de formulaire de vérification de l'étalonnage et du montage	26
Annexe B (informative) Descriptions de la cellule TEM et de la cellule TEM à large bande ...	28
B.1 Cellule TEM	28
B.2 Cellule TEM à large bande	28
Annexe C (informative) Calcul du moment de dipôle à partir des données mesurées	30
C.1 Généralités	30
C.2 Calcul du moment de dipôle	30

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	13
4 General	13
5 Test conditions	13
5.1 General	13
5.2 Supply voltage.....	13
5.3 Frequency range	13
6 Test equipment.....	13
6.1 General	13
6.2 Shielding	13
6.3 RF measuring instrument	13
6.4 Preamplifier	15
6.5 TEM cell	15
6.6 Wideband TEM/GTEM cell.....	15
6.7 50-Ohm termination.....	15
6.8 System gain	15
7 Test set-up	15
7.1 General	15
7.2 Test configuration.....	15
7.3 Test PCB.....	17
8 Test procedure	23
8.1 General	23
8.2 Ambient measurement.....	23
8.3 DUT operational check	23
8.4 DUT emissions measurement.....	23
9 Test report.....	25
9.1 General	25
9.2 Measurement conditions.....	25
10 IC emissions reference levels	25
Annex A (informative) Example calibration & set-up verification sheet	27
Annex B (informative) TEM cell and wideband TEM cell descriptions	29
B.1 TEM cell	29
B.2 Wideband GTEM cell.....	29
Annex C (informative) Calculation of dipole moment from measured data	31
C.1 General	31
C.2 Dipole moment calculation.....	31

Annexe D (informative) Spécification des données d'émission	34
D.1 Généralités	34
D.2 Spécification des niveaux d'émission	34
D.3 Présentation des résultats	34
D.4 Exemples.....	34
 Bibliographie.....	 39
 Figure 1 – Montage d'essai de la cellule TEM	 16
Figure 2 – Montage d'essai de la cellule GTEM	16
Figure 3 – Carte de circuit imprimé d'essai de CI	20
Figure D.1 – Niveaux de caractérisation des émissions	36
Figure D.2 – Niveau maximal d'émissions G8f	38
 Tableau 1 – Recommandations des charges de broches.....	 18

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61967-2:2005

Annex D (informative) Specification of emissions data	35
D.1 General	35
D.2 Specification of emission levels	35
D.3 Presentation of results.....	35
D.4 Examples	35
 Bibliography.....	 41
 Figure 1 – TEM cell test set-up	 17
Figure 2 – GTEM cell test set-up.....	17
Figure 3 – IC Test printed circuit board	21
Figure D.1 – Emission characterization levels	37
Figure D.2 – Maximum Emission Level G8f.....	39
 Table 1 – Pin loading recommendations.....	 19

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61967-2:2005

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CIRCUITS INTÉGRÉS – MESURE DES ÉMISSIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES, 150 kHz à 1 GHz –

Partie 2: Mesure des émissions rayonnées – Méthode de cellule TEM et cellule TEM à large bande

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61967-2 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/722/FDIS	47A/729/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 2: Measurement of radiated emissions – TEM cell and wideband TEM cell 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 61967-2 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/722/FDIS	47A/729/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.

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

La présente partie de la CEI 61967 doit être lue conjointement à la CEI 61967-1.

La CEI 61967 comprend les parties suivantes, regroupées sous le titre général *Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques, 150 kHz à 1 GHz*:

- Partie 1: Conditions générales et définitions
- Partie 2: Mesure des émissions rayonnées – Méthode de cellule TEM et cellule TEM à large bande
- Partie 3: Mesure des émissions rayonnées – Méthode de scrutation surfacique
- Partie 4: Mesure des émissions conduites – Méthode par couplage direct $1\ \Omega/150\ \Omega$
- Partie 5: Mesure des émissions conduites – Méthode de la cage de Faraday sur banc de travail
- Partie 6: Mesure des émissions conduites – Méthode de la sonde magnétique

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61967-2:2005

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

This part of IEC 61967 is to be read in conjunction with IEC 61967-1.

IEC 61967 consists of the following parts, under the general title *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz*:

Part 1: General conditions and definitions

Part 2: Measurement of radiated emissions – TEM cell and wideband TEM cell method

Part 3: Measurement of radiated emissions – Surface scan method

Part 4: Measurement of conducted emissions – 1 Ω /150 Ω direct coupling method

Part 5: Measurement of conducted emissions – Workbench Faraday Cage method

Part 6: Measurement of conducted emissions – Magnetic probe 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61967-2:2005

CIRCUITS INTÉGRÉS – MESURE DES ÉMISSIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES, 150 kHz à 1 GHz –

Partie 2: Mesure des émissions rayonnées – Méthode de cellule TEM et cellule TEM à large bande

1 Domaine d'application

La présente procédure de mesure définit une méthode de mesure du rayonnement électromagnétique provenant d'un circuit intégré (CI). Le CI évalué est monté sur une carte de circuit imprimé (PCB) d'essai de CI qui est fixée sur un accès d'accouplement (désigné comme «accès à la paroi») découpé au sommet ou au fond d'une cellule électromagnétique transverse (TEM, *transverse electromagnetic*) ou d'une cellule TEM en gigahertz (GTEM) à large bande. La carte d'essai n'est pas à l'intérieur de la cellule, comme dans l'usage conventionnel, mais devient une partie de la paroi de la cellule. Cette méthode est applicable à toute cellule TEM ou GTEM modifiée pour incorporer l'accès à la paroi; cependant, la tension RF mesurée sera affectée par de nombreux facteurs. Le facteur principal affectant la tension RF mesurée est l'espacement entre le diaphragme et la carte d'essai du CI (paroi de la cellule).

Cette procédure a été élaborée à l'aide d'une cellule TEM de 1 GHz avec un espacement entre le diaphragme et le sol de 45 mm et d'une cellule GTEM avec un espacement moyen entre le diaphragme et le sol de 45 mm au-dessus de la zone de l'accès. D'autres cellules peuvent ne pas produire de sortie spectrale identique, mais peuvent être utilisées pour des mesures comparatives, soumises à leurs limites en fréquence et en sensibilité. Un facteur de conversion peut permettre des comparaisons entre les données mesurées sur les cellules TEM ou GTEM avec un espacement différent entre le diaphragme et le sol.

La carte d'essai du CI contrôle la géométrie et l'orientation du CI en fonctionnement par rapport à la cellule et élimine tous les conducteurs de connexion à l'intérieur de la cellule (ceux-ci se situent sur la face arrière de la carte, qui est à l'extérieur de la cellule). Pour la cellule TEM, l'un des accès de 50 Ω est terminé par une charge de 50 Ω . L'autre accès de 50 Ω pour une cellule TEM, ou le seul accès de 50 Ω pour une cellule GTEM, est connecté à l'entrée d'un analyseur de spectre ou d'un récepteur qui mesure les émissions RF provenant du circuit intégré et appliquées sur le diaphragme de la cellule.

2 Références normatives

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

CEI 60050-131:2002, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Partie 131: Théorie des circuits*

CEI 60050-161:1990, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 61967-1, *Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques, 150 kHz à 1 GHz – Partie 1: Conditions générales et définitions*

INTEGRATED CIRCUITS – MEASUREMENT OF ELECTROMAGNETIC EMISSIONS, 150 kHz to 1 GHz –

Part 2: Measurement of radiated emissions – TEM cell and wideband TEM cell method

1 Scope

This test procedure defines a method for measuring the electromagnetic radiation from an integrated circuit (IC). The IC being evaluated is mounted on an IC test printed circuit board (PCB) that is clamped to a mating port (referred to as a wall port) cut in the top or bottom of a transverse electromagnetic (TEM) or wideband gigahertz TEM (GTEM) cell. The test board is not inside the cell, as in the conventional usage, but becomes a part of the cell wall. This method is applicable to any TEM or GTEM cell modified to incorporate the wall port; however, the measured radio frequency (RF) voltage will be affected by many factors. The primary factor affecting the measured RF voltage is the septum to IC test board (cell wall) spacing.

This procedure was developed using a 1 GHz TEM cell with a septum to floor spacing of 45 mm and a GTEM cell with average septum to floor spacing of 45 mm over the port area. Other cells may not produce identical spectral output but may be used for comparative measurements, subject to their frequency and sensitivity limitations. A conversion factor may allow comparisons between data measured on TEM or GTEM cells with different septum to floor spacing.

The IC test board controls the geometry and orientation of the operating IC relative to the cell and eliminates any connecting leads within the cell (these are on the backside of the board, which is outside the cell). For the TEM cell, one of the 50 Ω ports is terminated with a 50 Ω load. The other 50 Ω port for a TEM cell, or the single 50 Ω port for a GTEM cell, is connected to the input of a spectrum analyser or receiver that measures the RF emissions emanating from the integrated circuit and impressed onto the septum of the cell.

2 Normative references

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

IEC 60050-131:2002, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 131: Circuit theory*

IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 61967-1, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 1: General conditions and definitions*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions de la CEI 61967-1, de la CEI 60050-131 et de la CEI 60050-161 s'appliquent.

4 Généralités

La tension RF apparaissant à l'entrée de l'analyseur de spectre est liée au potentiel de rayonnement électromagnétique du CI et du module électronique dont il constituerait une partie. Le but est de fournir une mesure quantitative des émissions RF à partir de CI pour la comparaison ou à d'autres fins.

5 Conditions d'essai

5.1 Généralités

Les conditions d'essai doivent satisfaire aux exigences décrites dans la CEI 61967-1. De plus, les conditions d'essai suivantes doivent s'appliquer.

5.2 Tension d'alimentation

La tension d'alimentation doit être conforme aux spécifications du fabricant du CI. Si les utilisateurs de cette procédure sont d'accord sur d'autres valeurs, elles doivent figurer dans le rapport d'essai.

5.3 Gamme de fréquences

La gamme de fréquences efficace de cette procédure sur les émissions rayonnées est affectée par la cellule d'essai utilisée. Pour une cellule TEM de 1 GHz, la gamme est comprise entre 150 kHz et 1 GHz. Pour une cellule TEM à large bande (GTEM), la gamme est comprise entre 150 kHz et 1 GHz, ou dans les limites fixées par les caractéristiques de la GTEM et de la PCB d'essai.

6 Equipement d'essai

6.1 Généralités

L'équipement d'essai doit satisfaire aux exigences décrites dans la CEI 61967-1. De plus, les exigences suivantes relatives à l'équipement d'essai doivent s'appliquer.

6.2 Blindage

Un câble coaxial doublement blindé ou semi-rigide peut être requis en fonction des conditions ambiantes locales. Pour les environnements ambiants extrêmes, un fonctionnement dans un local blindé peut être nécessaire.

6.3 Appareil de mesure RF

Un analyseur de spectre ou un récepteur d'EMI doit être utilisé. La largeur de bande de résolution de l'analyseur de spectre ou du récepteur doit être de 9 kHz ou 10 kHz et la largeur de bande vidéo ne doit pas être inférieure à trois fois la largeur de bande de résolution. Les mesures doivent être effectuées avec un détecteur de crête et exprimées en dBμV [pour un système de 50 Ω: (indications en dBm) + 107 = dBμV]. Pour les analyseurs de spectre, la bande de fréquences étudiée doit être balayée en mode étalonné ou couplé (balayage automatique).

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the definitions in IEC 61967-1, IEC 60050-131 and IEC 60050-161 apply.

4 General

The RF voltage appearing at the input to the spectrum analyser is related to the electromagnetic radiation potential of the IC and of the electronic module of which it would be a part. The intent is to provide a quantitative measure of the RF emissions from ICs for comparison or other purposes.

5 Test conditions

5.1 General

The test conditions shall meet the requirements as described in IEC 61967-1. In addition, the following test conditions shall apply.

5.2 Supply voltage

The supply voltage shall be as specified by the IC manufacturer. If the users of this procedure agree to other values, they shall be documented in the test report.

5.3 Frequency range

The effective frequency range of this radiated emissions procedure is affected by the test cell used. For a 1 GHz TEM cell, the range is 150 kHz to 1 GHz. For a wideband TEM cell (GTEM), the range is 150 kHz to 1 GHz, or as limited by the GTEM and test PCB characteristics.

6 Test equipment

6.1 General

The test equipment shall meet the requirements as described in IEC 61967-1. In addition, the following test equipment requirements shall apply.

6.2 Shielding

Double shielded or semi-rigid coaxial cable may be required depending on the local ambient conditions. For extreme ambient environments, operation in a shielded room may be required.

6.3 RF measuring instrument

A spectrum analyser or EMI receiver shall be used. The spectrum analyser or receiver resolution bandwidth shall be 9 kHz or 10 kHz and the video bandwidth shall not be less than three times the resolution bandwidth. Measurements shall be made with a peak detector and presented in units of dB μ V [for 50 Ω system: (dBm readings) + 107 = dB μ V]. For spectrum analysers, the frequency band of interest shall be swept in calibrated or coupled mode (auto sweep).

6.4 Préamplificateur

En général, un préamplificateur faible bruit, présentant un gain de 20 dB à 30 dB, doit satisfaire aux exigences ambiantes de 8.2. S'il est utilisé, le préamplificateur doit être connecté directement à l'accès de mesure de la cellule TEM, à l'aide de l'adaptateur coaxial de 50 Ω approprié; aucun câble ne doit être utilisé.

6.5 Cellule TEM

La cellule TEM utilisée pour la présente procédure d'essai doit être équipée d'un accès à la paroi dimensionné afin de pouvoir s'accoupler avec la carte d'essai du CI. La cellule TEM ne doit pas présenter de modes d'ordre plus élevé dans la gamme de fréquences mesurée. Pour cette procédure, la gamme de fréquences recommandée de la cellule TEM est comprise entre 150 kHz et la fréquence de la première résonance du mode d'ordre plus élevé le plus bas (généralement < 2 GHz). La gamme de fréquences évaluée doit être couverte en utilisant une seule cellule. Le rapport d'ondes stationnaires en tension (VSWR, *voltage standing wave ratio*) sur la gamme de fréquences mesurée doit être inférieur à 1,5.

6.6 Cellule TEM/GTEM à large bande

La cellule TEM (GTEM) à large bande utilisée pour la présente procédure d'essai doit être équipée d'un accès à la paroi dimensionné afin de pouvoir s'accoupler avec la carte d'essai du CI. La cellule GTEM ne doit pas présenter de modes d'ordre plus élevé sur la gamme de fréquences mesurée. Pour cette procédure, la gamme de fréquences recommandée de la cellule GTEM est comprise entre 150 kHz et la fréquence de la première résonance du mode d'ordre plus élevé le plus bas (généralement > 2 GHz). La gamme de fréquences évaluée doit être couverte en utilisant une seule cellule. Le VSWR sur la gamme de fréquences mesurée doit être inférieur à 1,5.

6.7 Terminaison de 50 Ω

Une terminaison de 50 Ω avec un VSWR inférieur à 1,1 dans la gamme de fréquences de mesure est requise pour l'accès de 50 Ω de la cellule TEM non connecté à l'appareil de mesure RF.

6.8 Gain du système

Le gain (ou l'affaiblissement) de l'appareil de mesure, sans la cellule TEM ou GTEM, doit être connu avec une précision de $\pm 0,5$ dB. Le gain de l'appareil doit rester dans une enveloppe de 6 dB pour chaque bande de fréquences.

7 Montage d'essai

7.1 Généralités

Le montage d'essai doit satisfaire aux exigences décrites dans la CEI 61967-1. De plus, les exigences suivantes relatives au montage d'essai doivent s'appliquer.

7.2 Configuration d'essai

Voir la Figure 1 et la Figure 2 pour les configurations d'essai de la cellule TEM et de la cellule GTEM, respectivement. L'un des accès de 50 Ω de la cellule TEM est terminé par une charge de 50 Ω . L'autre accès de 50 Ω de la cellule TEM ou GTEM est connecté à l'analyseur de spectre par l'intermédiaire du préamplificateur facultatif.

6.4 Preamplifier

Typically, a 20 dB to 30 dB gain, low noise preamplifier is required to meet the ambient requirements in 8.2. If used, the preamplifier shall be connected directly to the measurement port of the TEM cell using the appropriate 50 Ω coaxial adapter; no cable shall be used.

6.5 TEM cell

The TEM cell used for this test procedure shall be fitted with a wall port sized to mate with the IC test board. The TEM cell shall not exhibit higher order modes over the frequency range being measured. For this procedure, the recommended TEM cell frequency range is 150 kHz to the frequency of the first resonance of the lowest higher order mode (typically < 2 GHz). The frequency range being evaluated shall be covered using a single cell. The voltage standing wave ratio (VSWR) over the frequency range being measured shall be less than 1,5.

6.6 Wideband TEM/GTEM cell

The wideband TEM (GTEM) cell used for this test procedure shall be fitted with a wall port sized to mate with the IC test board. The GTEM cell shall not exhibit higher order modes over the frequency range being measured. For this procedure, the recommended GTEM cell frequency range is from 150 kHz to the frequency of the first resonance of the lowest higher order mode (typically > 2 GHz). The frequency range being evaluated shall be covered using a single cell. The VSWR over the frequency range being measured shall be less than 1,5.

6.7 50- Ω termination

A 50 Ω termination with a VSWR less than 1,1 over the frequency range of measurement is required for the TEM cell 50 Ω port not connected to the RF measuring instrument.

6.8 System gain

The gain (or attenuation) of the measuring equipment, without the TEM or GTEM cell, shall be known with an accuracy $\pm 0,5$ dB. The gain of the equipment shall remain within a 6 dB envelope for each frequency band.

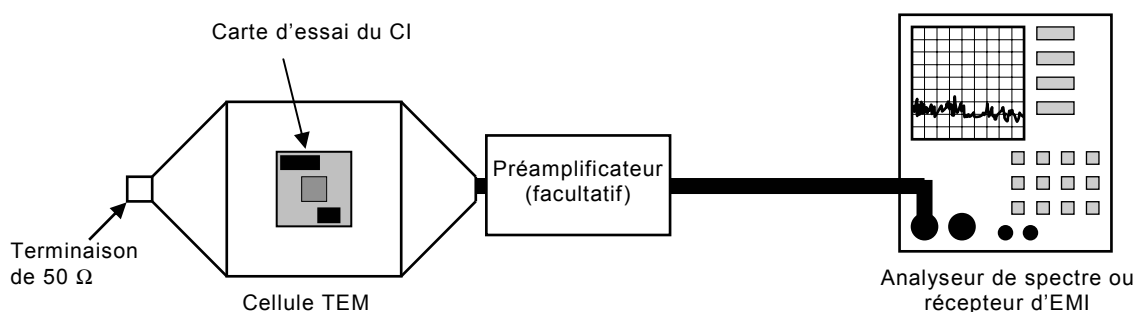
7 Test set-up

7.1 General

The test set-up shall meet the requirements as described in IEC 61967-1. In addition, the following test set-up requirements shall apply.

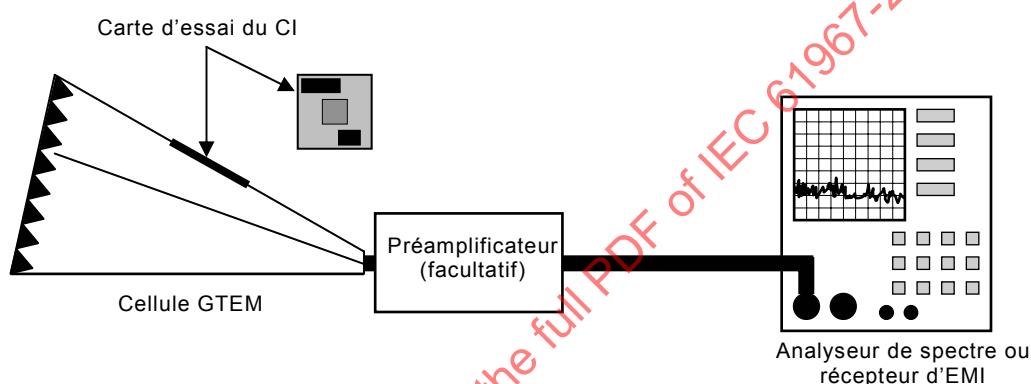
7.2 Test configuration

See Figure 1 and Figure 2 for TEM cell and GTEM cell test configurations, respectively. One of the TEM cell 50 Ω ports is terminated with a 50 Ω load. The remaining TEM cell or GTEM 50 Ω port is connected to the spectrum analyser through the optional preamplifier.



IEC 1305/05

Figure 1 – Montage d'essai de la cellule TEM



IEC 1306/05

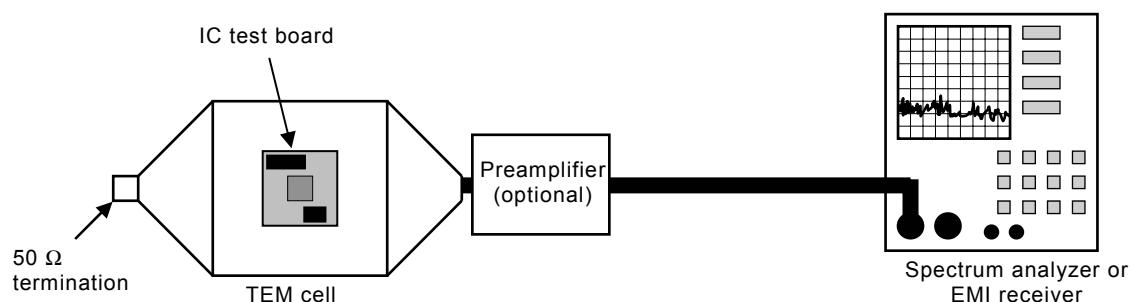
Figure 2 – Montage d'essai de la cellule GTEM

7.3 PCB d'essai

La PCB d'essai du CI doit être conçue comme décrit dans la CEI 61967-1 et dans le présent document. Dans les cas où la CEI 61967-1 et le présent document ne concordent pas, les exigences du présent document doivent être déterminantes.

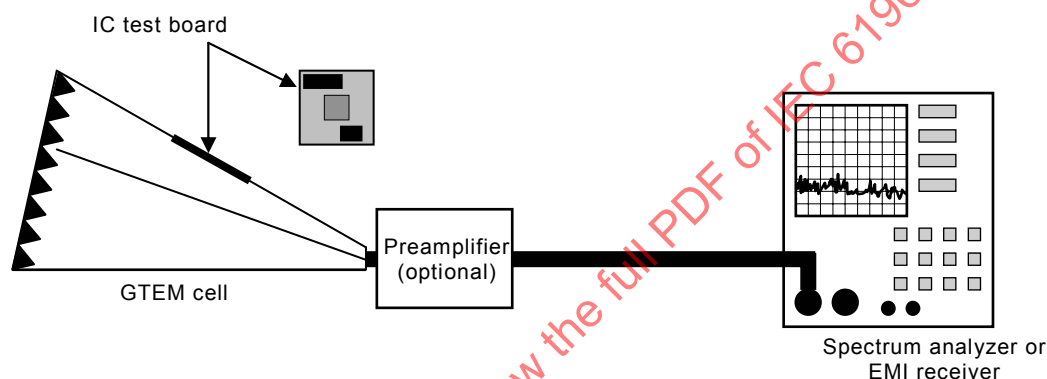
Les exigences minimales pour la PCB d'essai du CI sont présentées à la Figure 3. La Figure 3 décrit une PCB de 100 cm² se composant de quatre couches de métal. En théorie, toute dimension ou forme de PCB peut être utilisée et s'accouplera avec l'accès à la paroi sur la cellule d'essai utilisée. Cependant, la mise au point de cette procédure est effectuée avec une PCB d'une valeur nominale de 100 cm² et un accès à la paroi d'accouplement d'une valeur nominale de 100 cm² (se reporter aux Figures 1 et 2). La PCB peut également comporter des couches intérieures supplémentaires requises pour supporter le routage de signal et d'énergie. Une description du montage de la carte d'essai (photographie ou illustration, schéma et liste des pièces) doit être incluse dans le rapport d'essai.

Le côté du DEE de la carte de circuit imprimé (le côté qui est tourné vers la cellule d'essai) est dédié à une couche de plan de masse qui complète la paroi de la cellule TEM ou GTEM sur l'ouverture de l'accès. Aucun autre conducteur n'est autorisé sur cette surface, parce que ces conducteurs peuvent agir comme des radiateurs supplémentaires. Il convient que le plan de masse se prolonge sous le DEE, lorsque cela est possible pour le type de boîtier du CI. Si le plan de masse sous le DEE est isolé du reste de la couche du plan de masse, utiliser une couche de masse de PCB intérieure et des trous de liaison afin d'établir la connexion nécessaire. La périphérie de cette couche de plan de masse doit être plaquée (étain, brasure, or) afin de faciliter le contact avec le bord de l'accès à la paroi découpé au sommet ou au fond de la cellule d'essai.



IEC 1305/05

Figure 1 – TEM cell test set-up



IEC 1306/05

Figure 2 – GTEM cell test set-up

7.3 Test PCB

The IC test PCB shall be designed as described in IEC 61967-1 and in this document. In cases where IEC 61967-1 and this document disagree, the requirements of this document shall govern.

The minimum requirements for the IC test PCB are shown in Figure 3. Figure 3 describes a 100 cm² PCB consisting of four metal layers. In theory, any size or shape of PCB may be used that will mate with the wall port on the test cell used. However, the development of this procedure was with a nominal 100 cm² PCB and a nominal 100 cm² mating wall port (refer to Figures 1 and 2). The PCB may also contain additional inner layers as required to accommodate signal and power routing. A description of the test board set-up (photo or artwork, schematic and parts list) shall be included with the test report.

The DUT side of the printed circuit board (the side that faces in to the test cell) is dedicated to a ground plane layer that completes the TEM or GTEM cell wall over the port opening. No other conductors are allowed on this surface because they may act as additional radiators. The ground plane should extend under the DUT, where practical for the IC package type. If the ground plane under the DUT is isolated from the rest of the ground plane layer, utilize an inner PCB ground layer and vias to establish the needed connection. The periphery of this ground plane layer shall be plated (tin, solder, gold) to facilitate contact to the edge of the wall port cut in the top or bottom of the test cell.

Le câblage d'accès et autres composants requis (tels que les cristaux) doivent être sur ou connectés au côté support de ce circuit imprimé (le côté opposé à la cellule TEM ou GTEM).

Les condensateurs de dérivation de puissance pour le CI doivent être choisis conformément aux recommandations du fabricant et situés de façon à réduire la longueur du conducteur (se reporter au Tableau 1). Il convient que l'ensemble du câblage soit aussi court que possible et ait une orientation contrôlée par rapport à la PCB. Le matériau de PCB doit être compatible avec la gamme de fréquences évaluée.

Les broches qui ne s'inscrivent dans aucune des catégories répertoriées doivent être chargées selon les fonctions requises et déclarées dans le rapport d'essai. Il s'agit de valeurs par défaut recommandées; lorsque d'autres valeurs sont plus appropriées à un CI particulier, elles peuvent remplacer les valeurs données au Tableau 1 et doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

Tableau 1 – Recommandations des charges de broches

Type de Broche de CI	Charge de Broche
<i>Analogique</i>	
- Alimentation	Telle que spécifiée par le fabricant (ou telle que requise) ^a
- Entrée	10 kΩ à la masse (Vss), sauf si le CI dispose d'une terminaison interne
- Signal de sortie	10 kΩ à la masse (Vss), sauf si le CI dispose d'une terminaison interne
- Puissance de sortie	Charge nominale telle que spécifiée par le fabricant
<i>Numérique</i>	
- Alimentation	Telle que spécifiée par le fabricant (ou telle que requise) ^a
- Entrée	A la masse (Vss) ou 10 kΩ à l'alimentation (Vdd) si la mise à la masse est impossible, sauf si le CI dispose d'une terminaison interne
- Sortie	47 pF à la masse (Vss)
<i>Commande</i>	
- Entrée	A la masse (Vss) ou 10 kΩ à l'alimentation (Vdd) si la mise à la masse est impossible, sauf si le CI dispose d'une terminaison interne
- Sortie	Telle que spécifiée par le fabricant
- Bidirectionnelle	47 pF à la masse (Vss)
- Analogique	Telle que spécifiée par le fabricant (ou telle que requise) ^a
^a La charge réelle des broches doit figurer dans le rapport d'essai.	

The access wiring and other required components (such as crystals) shall be on or connected to the support side of this circuit board (the side that faces out from the TEM or GTEM cell).

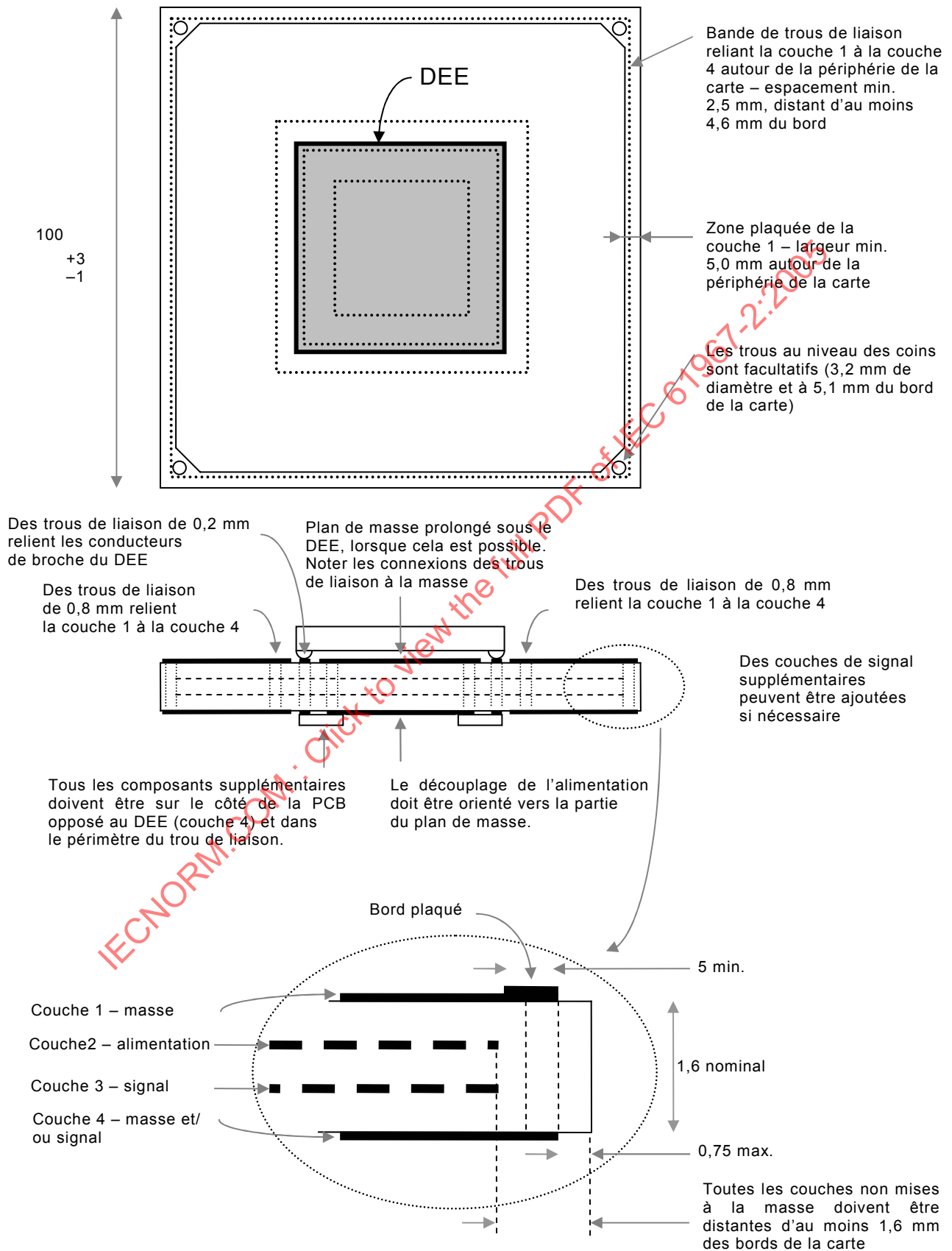
Power bypass capacitors for the IC are to be chosen according to manufacturers' recommendations and located to minimise lead length (refer to Table 1). All wiring should be as short as possible and have controlled orientation relative to the PCB. The PCB material shall be compatible with the frequency range being evaluated.

Pins that do not fall into any of the listed categories shall be loaded as functionally required and stated in the test report. These are recommended default values; if other values are more appropriate for a particular IC, they may be substituted for the values in Table 1 and shall be stated in the test report.

Table 1 – Pin loading recommendations

IC Pin Type	Pin Loading
<i>Analog</i>	
- Supply	As stated by the manufacturer (or as required) ^a
- Input	10 kΩ to ground (Vss) unless the IC is internally terminated
- Output Signal	10 kΩ to ground (Vss) unless the IC is internally terminated
- Output Power	Nominal loading as stated by the manufacturer
<i>Digital</i>	
- Supply	As stated by the manufacturer (or as required) ^a
- Input	Ground (Vss) or 10 kΩ to supply (Vdd) if cannot ground, unless the IC is internally terminated
- Output	47 pF to ground (Vss)
<i>Control</i>	
- Input	Ground (Vss) or 10 kΩ to supply (Vdd) if cannot ground, unless the IC is internally terminated
- Output	As stated by the manufacturer
- Bi-directional	47 pF to ground (Vss)
- Analogue	As stated by the manufacturer (or as required) ^a
^a The actual pin loading used shall be stated in the test report.	

Toutes les dimensions sont en mm



IEC 1307/05

Figure 3 – Carte de circuit imprimé d'essai de CI

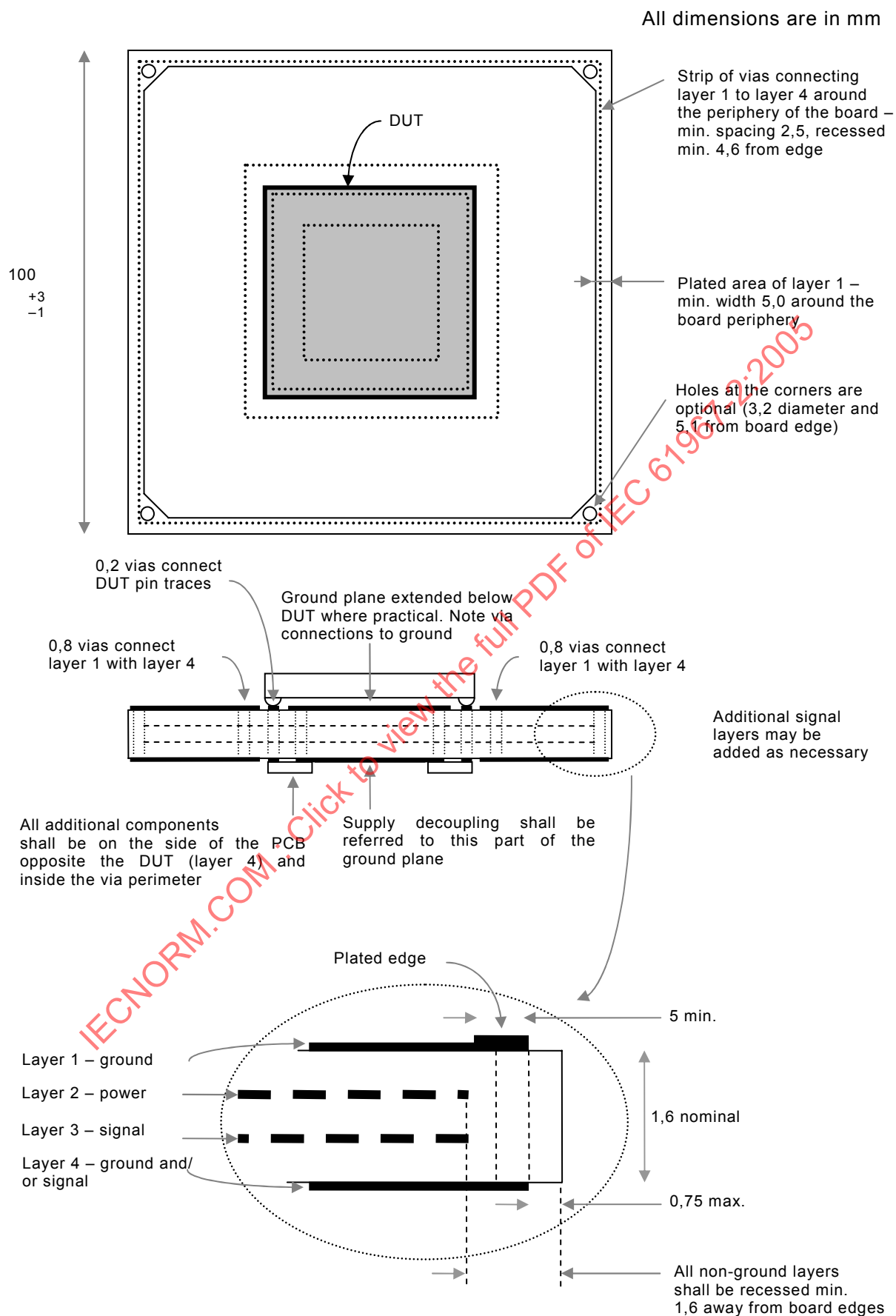


Figure 3 – IC Test printed circuit board

8 Procédure d'essai

8.1 Généralités

Ces conditions d'essai par défaut sont destinées à assurer un environnement d'essai cohérent. Les étapes suivantes doivent être effectuées:

1. Vérification aux conditions ambiantes (voir 8.2)
2. Vérification du DEE aux conditions opérationnelles (voir 8.3)
3. Mesure des émissions du DEE (voir 8.4)

Si les utilisateurs de cette procédure sont d'accord sur d'autres conditions, elles doivent être documentées dans le rapport d'essai.

8.2 Conditions ambiantes

Avec la carte d'essai du CI déconnectée (par exemple le DEE n'est pas activé) et le montage d'essai sous tension, mesurer les émissions RF ambiantes dans la bande de fréquence souhaitée. Le DEE doit être installé dans le montage d'essai, tel qu'utilisé pour les essais. Les résultats de mesure doivent figurer dans le rapport d'essai.

NOTE 1 Il convient que le niveau de bruit RF ambiant soit mesuré afin d'établir le bruit le plus bas du montage d'essai. Les résultats de mesure des émissions du DEE sont uniquement considérés comme fiables quand ils sont d'au moins 6 dB au dessous du niveau de bruit le plus bas.

NOTE 2 Si les conditions ambiantes sont excessives, vérifier l'intégrité de système de mesure global, en particulier les câbles d'interconnexion et les connecteurs. Si nécessaire utiliser une cage de Faraday, un préamplificateur de bruit inférieur ou une largeur de bande de résolution plus étroite.

8.3 Vérification opérationnelle du DEE

Avec la carte d'essai du CI sous tension, procéder à une vérification opérationnelle complète afin de s'assurer du bon fonctionnement du dispositif et du code d'essai du CI (c'est-à-dire exécution du code d'essai du CI).

8.4 Mesure des émissions du DEE

Avec la carte d'essai du CI sous tension et le DEE mis en fonctionnement dans le mode d'essai prévu, mesurer les émissions RF dans la bande de fréquences souhaitée.

En utilisant un analyseur de spectre, activer la fonction "Max Hold" et permettre à l'analyseur d'effectuer un minimum de trois balayages pendant que la boucle du code du CI s'exécute. Il convient que le temps de balayage soit bien supérieur au temps d'exécution de la boucle du code du CI.

NOTE Le réglage "Max Hold" sur un analyseur de spectre maintient le niveau maximal de chaque point de données relatives à la trace et met à jour chaque point si un nouveau niveau maximal est détecté lors de balayages successifs.

En utilisant un récepteur, rester à chaque emplacement d'essai pendant une durée supérieure ou égale à six fois le temps d'exécution de la boucle du code du CI et enregistrer le niveau maximal détecté.

Quatre mesures d'émissions différentes sont réalisées, ce qui donne quatre ensembles de données. La première mesure est effectuée avec la carte d'essai du CI montée selon une orientation arbitraire sur la paroi de la cellule. La deuxième mesure est effectuée avec la carte d'essai du CI tournée de 90° par rapport à l'orientation de la première mesure. Pour chacune des troisième et quatrième mesures, la carte d'essai est tournée à nouveau de 90° afin de s'assurer que les émissions sont mesurées à partir de l'ensemble des quatre orientations possibles. Les quatre ensembles de données doivent figurer dans le rapport d'essai.

8 Test procedure

8.1 General

These default test procedures are intended to assure a consistent test environment. The following steps will be performed:

1. Ambient check (see 8.2)
2. DUT operational check (see 8.3)
3. DUT emissions measurement (see 8.4)

If the users of this procedure agree to other procedures, they shall be documented in the test report.

8.2 Ambient measurement

With the IC test board de-energized (i.e. the DUT is not powered) and all test and support equipment energized, measure the ambient RF emissions over the desired frequency band. The DUT shall be installed in the test set-up, as used for testing. The measured results shall be documented in the test report.

NOTE 1 The ambient RF noise level should be measured to establish the noise floor of the test setup. DUT emissions measurement results are only considered reliable when at least 6 dB above the noise floor.

NOTE 2 If the ambient is excessive, check the integrity of the overall measurement system, especially the interconnecting cables and connectors. If necessary, use a shielded enclosure, a lower noise preamplifier or a narrower resolution bandwidth.

8.3 DUT operational check

With the IC test board energized, complete an operational check to verify the proper function of the device and the IC test code (i.e. Run IC test code).

8.4 DUT emissions measurement

With the IC test board energized and the DUT being operated in the intended test mode, measure the RF emissions over the desired frequency band.

When using a spectrum analyser, enable the “Max Hold” function and allow the analyser to perform a minimum of three sweeps while the IC code loop executes. The sweep time should be much greater than the IC code loop execution time.

NOTE The “Max Hold” setting on a spectrum analyzer maintains the maximum level of each trace data point and updates each point if a new maximum level is detected in successive sweeps.

When using a receiver, dwell at each test location for a time greater than or equal to six times the IC code loop execution time and record the maximum level detected.

Four separate emissions measurements are performed resulting in four sets of data. The first measurement is made with the IC test board mounted in an arbitrary orientation in the cell wall. The second measurement is made with the IC test board rotated 90° from the orientation in the first measurement. For each of the third and fourth measurements, the test board is rotated 90° again to ensure emissions are measured from all four possible orientations. The four sets of data shall be documented in the test report.

9 Rapport d'essai

9.1 Généralités

Le rapport d'essai doit être conforme aux exigences de la CEI 61967-1. De plus, les exigences suivantes relatives au rapport d'essai doivent s'appliquer.

9.2 Conditions de mesure

Toutes les conditions de mesure doivent figurer dans le rapport d'essai. Les conditions de mesure types et un exemple sur la façon de les documenter sont illustrés à l'Annexe A.

10 Niveaux de référence des émissions du CI

Les niveaux éventuels d'acceptation des émissions du CI doivent faire l'objet d'un accord entre les fabricants et les utilisateurs des CI et peuvent être choisis en utilisant le schéma du niveau de référence de l'Annexe D. Ces niveaux de référence s'appliquent à des mesures sur la gamme de fréquences comprise entre 150 kHz et 1 GHz et exprimées en dB μ V. Pour convertir le niveau de dB μ V obtenu à partir de l'analyseur de spectre en un indice équivalent de la puissance du CI comme une source de champ électrique ou magnétique, voir l'Annexe C.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61967-2:2005

9 Test report

9.1 General

The test report shall be in accordance with the requirements of IEC 61967-1. In addition, the following test report requirements shall apply.

9.2 Measurement conditions

All measurement conditions shall be documented in the test report. Typical measurement conditions and an example of how to document them are illustrated in Annex A.

10 IC emissions reference levels

IC emissions acceptance levels, if any, are to be agreed upon between the manufacturers and the users of ICs and may be selected using the reference level scheme in Annex D. These reference levels apply to measurements over the frequency range of 150 kHz to 1 GHz in units of dB μ V. To transform the dB μ V level obtained from the spectrum analyser into an equivalent index of the strength of the IC as an electric or magnetic field source, see Annex C.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61967-2:2005

Annexe A
(informative)

Exemple de formulaire de vérification de l'étalonnage et du montage

PROCEDURE DE MESURE DES EMISSIONS RAYONNEES DU CIRCUIT INTEGRE VERIFICATION DE L'ETALONNAGE ET DU MONTAGE pour une CELLULE TEM/GTEM, de 150 kHz à 1 GHz	
Cellule TEM/GTEM utilisée:	VSWR OK jusqu'à 1 GHz:
Analyseur de spectre utilisé:	Etalonnage OK jusqu'à 1 GHz:
RBW:	VBW:
Modèle de préamplificateur:	Gain: Etalonnage OK jusqu'à 1 GHz:
Type de câble coaxial et longueur approximative:	
Terminaison de 50 Ω pour la cellule TEM vérifiée pour 1 GHz:	
Vérification du gain du système (sans la cellule TEM):	
Le niveau de bruit ambiant le plus bas est-il au moins 6 dB en dessous du niveau cible? (ci-joint schéma):	
Température ambiante de la pièce:	
Tension(s) d'alimentation du CI:	Type d'alimentation:
Type de logiciel utilisé pour faire fonctionner le CI:	
Traitement de données utilisé:	
Notes:	
Description de la carte d'essai du CI (ci-joint image ou copie de réalisation, schéma et liste des pièces)	

Annex A (informative)

Example calibration and set-up verification sheet

INTEGRATED CIRCUIT RADIATED EMISSIONS MEASUREMENT PROCEDURE CALIBRATION & SET-UP VERIFICATION for 150 kHz to 1 GHz, TEM/GTEM CELL	
TEM/GTEM cell used:	VSWR OK to 1 GHz:
Spectrum analyser used:	Cal. OK to 1 GHz:
RBW:	VBW:
Pre-amp model:	Gain: Cal. OK to 1 GHz:
Coax cable type and approx. length:	
50 Ω termination for TEM cell verified to 1 GHz:	
System gain check (without the TEM cell):	
Is ambient noise floor level at least 6 dB below target level? (attach plot):	
Room environment ambient temperature:	
IC supply voltage(s):	Type of power supply:
Type of software used to exercise the IC:	
Data processing used:	
Notes:	
Description of IC test board (attach picture or copy of artwork, schematic & parts list)	

Annexe B (informative)

Descriptions de la cellule TEM et de la cellule TEM à large bande

B.1 Cellule TEM

La cellule TEM propose une méthode à large bande de mesure de l'immunité d'un DEE par rapport aux champs produits dans la cellule ou des émissions rayonnées à partir d'un DEE situé dans la cellule. Elle élimine l'utilisation d'antennes conventionnelles avec leurs limites de mesure inhérentes à la largeur de bande, de la phase non linéaire, de la directivité et de la polarisation. La cellule TEM (*Transverse Electromagnetic Mode*, mode électromagnétique transverse) est une ligne de transmission étendue qui propage une onde TEM provenant d'une source externe ou interne. Cette onde est caractérisée par des champs électriques (E) et magnétiques (H) orthogonaux et transversaux, qui sont perpendiculaires à la direction de la propagation le long de la longueur de la cellule ou de la ligne de transmission. Ce champ simule un champ planaire généré en espace libre avec une impédance de 377Ω . Le mode TEM ne présente aucune coupure de basse fréquence. Cela permet à la cellule d'être utilisée à des fréquences aussi faibles que souhaité. Le mode TEM présente également une phase linéaire et une réponse en amplitude constante en fonction de la fréquence. Cela permet d'utiliser la cellule pour générer ou détecter une intensité de champ connue. La fréquence utile supérieure pour une cellule est limitée par la distorsion du signal d'essai provoquée par des résonances et des modes multiples qui se produisent dans la cellule. Ces effets sont fonction de la taille physique et de la forme de la cellule.

La cellule TEM de 1 GHz a une taille et une forme, avec une adaptation d'impédance au niveau des points d'alimentation d'entrée et de sortie de la cellule, qui limitent le VSWR à moins de 1,5 jusqu'à sa fréquence assignée. La cellule est conique à chaque extrémité afin de s'adapter à des connecteurs coaxiaux de 50Ω conventionnels et est équipée d'un accès pour loger la carte d'essai du CI. La première résonance est démontrée par un VSWR élevé sur une gamme de fréquences étroite. La valeur Q élevée de la cellule est responsable de ce VSWR élevé. Une cellule vérifiée pour l'établissement de champ jusqu'à une fréquence maximale sera également adaptée à des mesures d'émission pour cette fréquence.

B.2 Cellule TEM à large bande

La cellule TEM à large bande est une ligne de transmission étendue qui ne revient pas à une alimentation de 50Ω comme dans une cellule TEM conventionnelle, mais qui s'étend continuellement et est terminée par une charge de diaphragme et un matériau absorbant RF. Cette cellule évite les limites de modes des cellules TEM conventionnelles, de telle sorte que sa fréquence supérieure exploitable soit limitée non par ses dimensions, mais par les caractéristiques de l'absorbant RF et de la terminaison du diaphragme. Une cellule TEM à large bande peut avoir presque toutes les dimensions pratiques avec une gamme de fréquences exploitable allant jusqu'à 18 GHz.

Tandis que cette méthode d'essai est actuellement limitée à une fréquence de 1 GHz, les cellules GTEM à large bande permettent d'étendre cette limite. Une limite de fréquence étendue serait nécessaire, par exemple, pour permettre l'évaluation correcte des CI qui utilisent des fréquences d'horloge supérieures à 1 GHz. Comme toute autre modification apportée à cette méthode d'essai, la limite de fréquence supérieure peut être étendue selon accord entre le fabricant et l'utilisateur, et il convient qu'elle soit documentée soigneusement dans le rapport d'essai.

Annex B

(informative)

TEM cell and wideband TEM cell descriptions

B.1 TEM cell

The TEM cell offers a broadband method of measuring either immunity of a DUT to fields generated within the cell or radiated emissions from a DUT placed within the cell. It eliminates the use of conventional antennas with their inherent measurement limitations of bandwidth, non-linear phase, directivity and polarisation. The TEM (Transverse Electromagnetic Mode) cell is an expanded transmission line that propagates a TEM wave from an external or internal source. This wave is characterised by transverse orthogonal electric (E) and magnetic (H) fields, which are perpendicular to the direction of propagation along the length of the cell or transmission line. This field simulates a planar field generated in free space with impedance of 377Ω . The TEM mode has no low frequency cut-off. This allows the cell to be used at frequencies as low as desired. The TEM mode also has linear phase and constant amplitude response as a function of frequency. This makes it possible to use the cell to generate or detect a known field intensity. The upper useful frequency for a cell is limited by distortion of the test signal caused by resonances and multi-moding that occur within the cell. These effects are a function of the physical size and shape of the cell.

The 1 GHz TEM cell is of a size and shape, with impedance matching at the input and output feed points of the cell, that limits the VSWR to less than 1,5 up to its rated frequency. The cell is tapered at each end to adapt to conventional 50Ω coaxial connectors and is equipped with an access port to accommodate the IC test board. The first resonance is demonstrated by a high VSWR over a narrow frequency range. The high Q of the cell is responsible for this high VSWR. A cell verified for field generation to a maximum frequency will also be suitable for emission measurements to this frequency.

B.2 Wideband GTEM cell

The wideband TEM cell is an expanded transmission line that does not transition back to a 50Ω feed as in a conventional TEM cell but continuously expands and is terminated with a septum load and RF absorber material. This cell avoids the moding limitations of conventional TEM cells so that its usable upper frequency is limited not by its dimensions, but by the characteristics of the RF absorber and septum termination. A wideband TEM cell may be almost any practical size with a usable frequency range up to 18 GHz.

While this test method is currently limited to a frequency 1 GHz, wideband GTEM cells offer the potential to extend this limit. An extended frequency limit would be necessary, for example, to enable the proper evaluation of ICs that utilize clock frequencies above 1 GHz. Like any other modification to this test method, the upper frequency limit may be extended as agreed between the manufacturer and user and should be carefully documented in the test report.

Annexe C (informative)

Calcul du moment de dipôle à partir des données mesurées

C.1 Généralités

Il peut être souhaitable de convertir le niveau de dBμV obtenu à partir de l'analyseur de spectre en un indice équivalent de la puissance du CI comme une source de champ électrique ou magnétique. De cette manière, les caractéristiques des émissions électromagnétiques de différents CI peuvent être comparées et les prédictions du bruit couplé sont facilitées. Le moment de dipôle magnétique sert d'indice utile. Le principe et l'utilité de cette approche sont évoqués ultérieurement dans les références bibliographiques.

C.2 Calcul du moment de dipôle

Afin d'obtenir une estimation du moment de dipôle du CI en essai, un calcul est effectué, basé sur la réponse de la cellule TEM ou GTEM au dipôle magnétique ou électrique. Dans le cas d'une cellule TEM simple terminée et d'impédance 50 Ω, les informations concernant la nature magnétique ou électrique des dipôles de source équivalents sont perdues; cependant, les calculs du moment de dipôle magnétique et du moment de dipôle électrique sont effectués indépendamment en supposant que la source est un dipôle magnétique ou électrique, respectivement. Les données résultantes sont tracées sur des graphiques, qui montrent les limites correspondant à des niveaux équivalents d'émissions de champ lointain du CI en essai pour l'hypothèse de source du dipôle magnétique ou électrique. En ce qui nous concerne, nous avons besoin de tracer uniquement les émissions du dispositif les plus défavorables exprimées comme un moment de dipôle équivalent. Le terme "équivalent" dans ce contexte signifie «capable de produire les mêmes émissions de champ lointain». Les calculs sont les suivants.

Hypothèse du dipôle magnétique:

$$|m| = E_p \cdot D \cdot 377 \cdot 2 / (\mu_0 \cdot \omega \cdot 50) \quad (C.1)$$

où

- E_p est la tension de sortie de la cellule TEM mesurée dans une charge de 50 Ω
- D est l'espacement de la plaque de cellule TEM dans la région d'essai en mètres
- μ_0 est la perméabilité de l'espace libre ($4\pi \times 10^{-7}$ H/m)
- ω est la fréquence angulaire en radians/s ($\omega = 2\pi f$)
- f est la fréquence en Hz
- $|m|$ est le moment de dipôle magnétique en Ampère-mètres carrés

ou, en unités de mesure plus pratiques, exprimées en dB:

$$|m|[\text{dB}\mu\text{Am}^2] = E_p[\text{dB}\mu\text{V}] + 20\text{Log}(D) - 20\text{Log}(f) + 125,6 \quad (C.2)$$

Hypothèse du dipôle électrique:

$$|p| = 2 \cdot E_p \cdot D / 50 \quad (C.3)$$

où

- E_p et D sont comme ci-dessus, et
- $|p|$ est le moment de dipôle électrique en Ampère-mètres

Annex C (informative)

Calculation of dipole moment from measured data

C.1 General

It may be desirable to transform the dB μ V level obtained from the spectrum analyser into an equivalent index of the strength of the IC as an electric or magnetic field source. In this way, the electromagnetic emission performance of different ICs may be compared, and noise-coupling predictions are facilitated. The magnetic dipole moment serves as a useful index. The rationale and utility of this approach is discussed further in the referenced papers.

C.2 Dipole moment calculation

To obtain an estimate of the dipole moment of the IC under test, a calculation is performed which is based upon the response of the TEM or GTEM cell to either magnetic or electric dipoles. In the case of a simple 50 Ω matched terminated TEM cell, information concerning the magnetic or electric nature of the equivalent source dipoles is lost; however, calculations of magnetic dipole moment and electric dipole moment are made independently by assuming that the source is either a magnetic or electric dipole respectively. The resulting data is plotted on graphs, which show limit lines corresponding to equivalent levels of far field emission of the IC under test for either the magnetic or electric dipole source assumption. For our purposes, we need only plot the worst case device emissions expressed as an equivalent dipole moment. The word "equivalent" in this context means capable of producing the same far field emissions. The calculations are as follows.

Magnetic dipole assumption:

$$|m| = E_p \cdot D \cdot 377 \cdot 2 / (\mu_0 \cdot \omega \cdot 50) \quad (\text{C.1})$$

where

E_p is the measured TEM cell output voltage into a 50 Ω load

D is the TEM cell plate spacing in the test region in meters

μ_0 is the permeability of free space ($4\pi \times 10^{-7}$ H/m)

ω is the angular frequency in radians/s ($\omega = 2\pi f$)

f is the frequency in Hz

$|m|$ is the magnetic dipole moment in Ampere-meters squared

or, in more convenient dB units of measurement:

$$|m|[\text{dB}\mu\text{Am}^2] = E_p[\text{dB}\mu\text{V}] + 20\text{Log}(D) - 20\text{Log}(f) + 125,6 \quad (\text{C.2})$$

Electric dipole assumption:

$$|p| = 2 \cdot E_p \cdot D / 50 \quad (\text{C.3})$$

where

E_p and D are as above and

$|p|$ is the electric dipole moment in Ampere-meters

ou, en dB,

$$|p|[\text{dB}\mu\text{A}\cdot\text{m}] = E_p[\text{dB}\mu\text{V}] + 20\text{Log}(D) - 28,0 \quad (\text{C.4})$$

$|m|$ et $|p|$, déterminés précédemment, peuvent être tracés séparément sur des graphiques pour le moment de dipôle magnétique et le moment de dipôle électrique. Normalement, comme cela a déjà été expliqué, nous utilisons uniquement un moment de dipôle magnétique, étant donné que cela suffit pour donner des émissions de champ lointain et cette méthode de cellule TEM simple ne permet pas de distinguer les sources de champ magnétique des sources de champ électrique.

Ces calculs supposent que l'étalonnage de la cellule TEM dans la région où le DEE est monté est idéal; cela signifie que si une tension V était appliquée entre la plaque centrale ou le diaphragme de la cellule et ses parois environnantes, le champ existant à l'emplacement du DEE serait alors V/D [Volts/mètre]. Les données d'étalonnage de la cellule peuvent être utilisées pour ajuster les valeurs lues, si nécessaire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61967-2:2005

or, in dB units,

$$|p|[\text{dB}\mu\text{Am}] = E_p[\text{dB}\mu\text{V}] + 20\text{Log}(D) - 28,0 \quad (\text{C.4})$$

Both $|m|$ and $|p|$, as previously determined, can be separately plotted on graphs for magnetic dipole moment and electric dipole moment. Normally, as already explained, we use only magnetic dipole moment since this is sufficient to give far field emissions and this simple TEM cell method cannot distinguish between magnetic and electric field sources.

These calculations assume that the TEM cell calibration in the region where the DUT is mounted is ideal; that is if a voltage V were impressed between the central plate or septum of the cell and its surrounding walls, then the field existing at the DUT location would be V/D [Volts/meter]. Cell calibration data may be used to adjust readings, if necessary.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61967-2:2005

Annexe D (informative)

Spécification des données d'émission

D.1 Généralités

La présente annexe fournit une méthode de spécification des profils de niveau d'émission des circuits intégrés. Cette annexe n'est pas destinée à être une spécification de produit. Cependant, en utilisant le concept décrit dans le présent document et par une application scrupuleuse et un accord entre le fabricant et l'utilisateur, il est possible de mettre au point une description du comportement des émissions RF pour un circuit intégré spécifique.

D.2 Spécification des niveaux d'émission

Le schéma de la Figure D.1 représente un procédé qui facilite la classification des niveaux d'émission pour les CI. Le schéma de caractérisation des niveaux d'émission permet la sélection de différentes pentes pour différentes gammes de fréquences; par exemple, deux pentes ou une seule pente sur l'ensemble de la gamme de fréquences. Diverses combinaisons sont possibles, reflétant les caractéristiques réelles du circuit intégré ou les exigences de l'application de plus près (par exemple adaptées à la fréquence de commutation des accès d'un microcontrôleur).

D.3 Présentation des résultats

La description type du niveau maximal d'émissions se compose de deux lettres et d'un nombre suivant toujours la même séquence. Si l'une des trois pentes n'est pas nécessaire, la lettre ou le nombre correspondant sera omis(e).

La **lettre majuscule** est en **première position** et représente la position de la ligne horizontale avec une pente de zéro dB/décade. Le **nombre** est en **deuxième position**, qui définit la position de la pente de -20 dB/décade. La **lettre minuscule** est en **troisième position** et définit la position de la pente de -40 dB/décade.

De tels niveaux maximaux d'émissions définis avec la notation décrite offrent un moyen normalisé de communiquer les niveaux maximaux d'émissions sans ambiguïtés.

D.4 Exemples

La Figure D.2 représente un exemple où les lignes de pente "G", "8" et "f" sont sélectionnées. D'autres notations pourraient aussi être possibles, telles que:

"8f": Pas de pente de zéro dB/décade. Le niveau commence avec une pente de -20 dB/décade. Le niveau passe à une pente de -40 dB/décade à 250 MHz.

"f": Seule la pente de -40 dB/décade est utilisée.

"8": Seule la pente de -20 dB/décade est utilisée.