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 Varembé, 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

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

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 Ω/150 Ω

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.

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.

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*