IEC 61967-6

Edition 1.1 2008-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 6: Measurement of conducted emissions – Magnetic probe method

Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques, 150 kHz à 1 GHz – Partie 6: Mesure des émissions conduites – Méthode de la sonde magnétique

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE CODE PRIX CP

ICS 31.200

ISBN 2-8318-9726-2

CONTENTS

FOREWORD 5
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Definitions 7
4 General 7
4.1 Measurement philosophy 7
4.2 Measurement principle 8
5 Test conditions 8
5.1 General 8
5.2 Frequency range 8
6 Test equipment 8
6.1 General 8
6.2 Magnetic probe 8
6.3 Probe spacing fixture and placement 8
7 Test set-up 11
7.1 General 11
7.2 Probe calibration 11
7.3 Modifications to standardized IC test board 11
7.3.1 Layer arrangement 11
7.3.2 Layer thickness 11
7.3.3 Decoupling capacitors 11
7.3.4 I/O pin loading 12
8 Test procedure 16
8.1 General 16
8.2 Test technique 16
9 Test report 16
9.1 General 16
9.2 Documentation 16

Annex A (normative) Probe calibration procedure – Microstrip line method 18
Annex B (informative) Measurement principle and calibration factor 21
Annex C (informative) Spatial resolution of magnetic probe 25
Annex D (informative) Angle pattern of probe placement 26
Annex E (informative) Advanced magnetic probe 27

Bibliography 44

Figure 1 – Magnetic probe 9
Figure 2 – Magnetic probe 1st and 3rd layers 9
Figure 3 – Magnetic probe 2nd layer 10
Figure 4 – Magnetic probe – layer construction 10
Figure 5 – Standardized IC test board (sectional view 1) 12
Figure 6 – Standardized IC test board (sectional view 2 – measurement line) 12

Figure 7 – Power line pattern on the standardized IC test board – Bottom layer 13
Figure 8 – I/O signal line pattern on the standardized IC test board – Bottom layer 14
Figure 9 – Multi-power lines on the standardized IC test board – Bottom layer 14
Figure 10 – Measurement set-up 15
Figure 11 – Measurement circuit schematic 15
Figure 12 – Transfer constant for current calculation as a function of insulator thickness of microstrip board. 17
Figure A.1 – Cross-sectional view of a microstrip line for calibration 18
Figure A.2 – Measurement set-up for probe calibration 20
Figure B.1 – Cross-sectional view of a microstrip line 21
Figure B.2 – Measurement of magnetic probe output 23
Figure B.3 – Example of calibration factor for the magnetic probe specified in figures 1, 2, 3, and 4 24
Figure C.1 – Diagram for measuring a magnetic field distribution 25
Figure C.2 – Magnetic field distribution across the microstrip line (800 MHz) 25
Figure D.1 – Diagram for measuring an angle pattern of probe placement 26
Figure D.2 – Probe output to angle φ 26
Figure 1 – Magnetic probe 9
Figure 2 – Magnetic probe – First and third layers 9
Figure 3 – Magnetic probe – Second layer 10
Figure 4 – Magnetic probe – Layer construction 10
Figure 5 – Standardized IC test board – Sectional view 1 12
Figure 6 – Standardized IC test board – Sectional view 2 – Measurement line 12
Figure 7 – Power line pattern on the standardized IC test board – Bottom layer 13
Figure 8 – I/O signal line pattern on the standardized IC test board – Bottom layer 14
Figure 9 – Multi-power lines on the standardized IC test board – Bottom layer 14
Figure 10 – Measurement set-up 15
Figure 11 – Measurement circuit schematic 15
Figure 12 – Transfer constant for current calculation as a function of insulator thickness of microstrip board 17
Figure A.1 – Cross-sectional view of a microstrip line for calibration 18
Figure A.2 – Measurement set-up for probe calibration 20
Figure B.1 – Cross-sectional view of a microstrip line 21
Figure B.2 – Measurement of magnetic probe output 23
Figure B.3 – Example of calibration factor for the magnetic probe specified in figures 1, 2, 3, and 4 24
Figure C.1 – Diagram for measuring a magnetic field distribution 25
Figure C.2 – Magnetic field distribution across the microstrip line (at 800 MHz) 25
Figure D.1 – Diagram for measuring an angle pattern of probe placement 26
Figure D.2 – Probe output to angle φ 26
Figure E.1 – Illustration of the assembled advanced magnetic probe 29
Figure E.2 – Enlarged view of part A of Figure E.1 (an example of connection construction) 29

Figure E.3 – Main pattern (layer 2 to 4) of advanced magnetic probe 30
Figure E.4 – Layer 1 (ground pattern) of advanced magnetic probe 30
Figure E.5 – Layer 2 and 4 (ground pattern) of advanced magnetic probe 31
Figure E.6 – Layer 3 (signal pattern) of advanced magnetic probe 31
Figure E.7 – Layer 5 (ground pattern) of advanced magnetic probe 32
Figure E.8 – Construction of advanced magnetic probe 32
Figure E.9 – Measurement set-up 33
Figure E.10 – Definition of loop center 33
Figure E.11 – Error graph of the measured voltage versus measurement distance 34
Figure E.12 – Set-up for measuring magnetic field distribution 34
Figure E.13 – Magnetic field distribution across microstrip line (1 GHz) 35
Figure E.14 – Set-up for measuring an angle pattern of probe placement 35
Figure E.15 – Probe output amplitude as function of angle φ (D_m is 0,47 mm) 36
Figure E.16 – Current models of strip conductor of microstrip line 38
Figure E.17 – Calibration factor for different board parameters 39
Figure E.18 – Example of measured ($C_{f_dB} - C_{h\text{-}distributed_dB}$) at microstrip line under the same condition (W=1,0 mm, h=0,6 mm) as shown in Figure E.9 39
Figure E.19 – Cross-sectional view of a microstrip line for calibration (example) 41
Figure E.20 – Measurement set-up for probe calibration 42
Figure E.21 – Example of IC test board – Bottom layer 43
Figure E.22 – Example of measurement pattern of V_{DD1} 43

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 6: Measurement of conducted emissions – Magnetic probe 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 61967-6 has been prepared by subcommittee 47A: Integrated circuits, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This consolidated version of IEC 61967-6 consists of the first edition (2002) [documents 47A/645/FDIS and 47A/653/RVD], its amendment 1 (2008) [documents 47A/781/FDIS and 47A/784/RVD] and its corrigendum 1 of August 2010.

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 1.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B, C, D and E are for information only.

This standard should 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 method[1]

Part 3: Measurement of radiated emissions – Surface scan method (technical specification)[1]

Part 4: Measurement of conducted emissions – 1 Ω/150 Ω direct coupling method[2]

Part 5: Measurement of conducted emissions – Workbench Faraday cage method[2]

Part 6: Measurement of conducted emissions – Magnetic probe method

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments 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.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this publication using a colour printer.

---

[1] Under consideration.

[2] To be published.

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

Part 6: Measurement of conducted emissions – Magnetic probe method

1 Scope

This part of the IEC 61967 specifies a method for evaluating RF currents on the pins of an integrated circuit (IC) by means of non-contact current measurement using a miniature magnetic probe. This method is capable of measuring the RF currents generated by the IC over a frequency range of 0,15 MHz to 1 000 MHz. This method is applicable to the measurement of a single IC or a chip set of ICs on the standardized test board for characterization and comparison purposes. It is also usable to evaluate the electromagnetic characteristics of an IC or group of ICs on an actual application PCB for emission reduction purposes. This method is called the "magnetic probe method".

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

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* [3]

[3] To be published.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 48
1 Domaine d'application 50
2 Références normatives 50
3 Définitions 50
4 Généralités 50
4.1 Philosophie de la mesure 50
4.2 Principe de mesure 51
5 Conditions d'essai 51
5.1 Généralités 51
5.2 Gamme de fréquences 51
6 Equipement d'essai 51
6.1 Généralités 51
6.2 Sonde magnétique 51
6.3 Fixation et placement de la sonde 51
7 Montage d'essai 54
7.1 Généralités 54
7.2 Etalonnage de la sonde 54
7.3 Modifications de la carte d'essai CI normalisée 54
7.3.1 Disposition des couches 54
7.3.2 Epaisseur de couche 54
7.3.3 Condensateurs de découplage 54
7.3.4 Charge de broche d'E/S 55
8 Procédure d'essai 59
8.1 Généralités 59
8.2 Technique d'essai 59
9 Rapport d'essai 59
9.1 Généralités 59
9.2 Documentation 59

Annexe A (normative) Procédure d'étalonnage de la sonde – Méthode de la ligne microruban 61
Annexe B (informative) Principe de mesure et facteur d'étalonnage 64
Annexe C (informative) Résolution spatiale de la sonde magnétique 68
Annexe D (informative) Structure d'angle pour placement de la sonde 69
Annexe E (informative) Sonde magnétique améliorée 70

Bibliographie 87

Figure 1 – Sonde magnétique 52
Figure 2 – Première et troisième couches de la sonde magnétique 52
Figure 3 – Deuxième couche de la sonde magnétique 53
Figure 4 – Sonde magnétique – Construction des couches 53
Figure 5 – Carte d'essai CI normalisée (vue en coupe 1) 55
Figure 6 – Carte d'essai CI normalisée (vue en coupe 2 – ligne de mesure) 55
Figure 7 – Structure de ligne de puissance sur la carte d'essai CI normalisée – Couche inférieure 56

Figure 8 – Impression de ligne de signal E/S sur la carte d'essai CI normalisée – Couche inférieure 57
Figure 9 – Lignes multiples de puissance sur carte d'essai CI normalisée – Couche inférieure 57
Figure 10 – Montage de mesure 58
Figure 11 – Schéma de circuit de mesure 58
Figure 12 – Constante de transfert pour le calcul du courant en fonction de l'épaisseur de l'isolant de la carte à microruban 60
Figure A.1 – Vue en coupe de la ligne à microruban pour étalonnage 61
Figure A.2 – Montage de mesure pour l'étalonnage de la sonde 63
Figure B.1 – Vue en coupe de la ligne à microruban 64
Figure B.2 – Mesure de la sortie de la sonde magnétique 66
Figure B.3 – Exemple de facteur d'étalonnage pour la sonde magnétique spécifiée aux figures 1, 2, 3 et 4 67
Figure C.1 – Schéma pour la mesure d'une distribution de champ magnétique 68
Figure C.2 – Distribution de champ magnétique à travers la ligne à microruban (800 MHz) 68
Figure D.1 – Schéma de mesure d'une structure d'angle de placement de sonde 69
Figure D.2 – Sortie de sonde par rapport à l'angle φ 69
Figure E.1 – Illustration de la sonde magnétique améliorée assemblée 72
Figure E.2 – Vue agrandie de la partie A de la Figure E.1 (exemple de construction de connexion) 72
Figure E.3 – Forme principale (couches 2 à 4) de la sonde magnétique améliorée 73
Figure E.4 – Couche 1 (motif de mise à la masse) de la sonde magnétique améliorée 73
Figure E.5 – Couches 2 et 4 (motif de mise à la masse) de la sonde magnétique améliorée 74
Figure E.6 – Couche 3 (forme pour le signal) de la sonde magnétique améliorée 74
Figure E.7 – Couche 5 (motif de mise à la masse) de la sonde magnétique améliorée 75
Figure E.8 – Construction de sonde magnétique améliorée 75
Figure E.9 – Montage de mesure 76
Figure E.10 – Définition du centre de la boucle 76
Figure E.11 – Graphique des erreurs de la tension mesurée par rapport à la distance de mesure 77
Figure E.12 – Montage de mesure de la distribution du champ magnétique 77
Figure E.13 – Distribution du champ magnétique à travers une ligne à microruban (1 GHz) 78
Figure E.14 – Montage de mesure de l'angle de placement de sonde 78
Figure E.15 – Amplitude de sortie de la sonde en fonction de l'angle φ (D_m est de 0,47 mm) 79
Figure E.16 – Modèles de courant de la bande conductrice de ligne à microruban 81
Figure E.17 – Facteur d'étalonnage pour différents paramètres de carte 82
Figure E.18 – Exemple de (C_{f_dB} – $C_{h\text{-}distribuée_dB}$) mesurée au niveau de la ligne à microruban dans la même condition (W=1,0 mm, h=0,6 mm)que celle représentée à la Figure E.9 82
Figure E.19 – Vue en coupe d'une ligne à microruban pour étalonnage (exemple) 84
Figure E.20 – Montage de mesure pour l'étalonnage de la sonde 85
Figure E.21 – Exemple de carte d'essai CI – Couche inférieure 86
Figure E.22 – Exemple de structure de mesure de V_{DD1} 86

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

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

Partie 6: Mesure des émissions conduites – Méthode de la sonde magnétique

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 61967-6 a été établie par le sous-comité 47A: Circuits intégrés, du comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Cette version consolidée de la CEI 61967-6 comprend la première édition (2002) [documents 47A/645/FDIS et 47A/653/RVD], son amendement 1 (2008) [documents 47A/781/FDIS et 47A/784/RVD] et son corrigendum d'août 2010.

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Les annexes B, C, D et E sont données uniquement à titre d'information.

La présente norme 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 [1]

Partie 3: Mesure des émissions rayonnées – Méthode de scrutation surfacique (spécification technique) [2]

Partie 4: Mesure des émissions conduites – Méthode par couplage direct 1 Ω/150 Ω [2]

Partie 5: Mesure des émissions conduites – Méthode de la cage de Faraday sur banc de travail [2]

Partie 6: Mesure des émissions conduites – Méthode de la sonde magnétique

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 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.

IMPORTANT – Le logo *"colour inside"* qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

---

1 A l'étude.

2 A publier.

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

Partie 6: Mesure des émissions conduites – Méthode de la sonde magnétique

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61967 spécifie une méthode pour l'évaluation des courants RF sur les broches d'un circuit intégré par la mesure du courant sans contact en utilisant une sonde magnétique miniature. Cette méthode permet de mesurer les courants RF générés par le circuit intégré (CI) dans une plage de fréquences allant de 0,15 MHz à 1 000 MHz. Cette méthode est applicable aux mesures sur un seul CI ou sur un ensemble de puces de CI sur la carte d'essai normalisée afin de fournir les caractéristiques et de permettre les comparaisons. Elle est également utilisable pour l'évaluation des caractéristiques électromagnétiques d'un CI ou d'un groupe de CI sur une carte de circuit imprimé d'application réelle afin de réduire les émissions. Cette méthode est désignée sous le terme «Méthode de la sonde magnétique».

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

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* [3]

---

3 A publier.