

INTERNATIONALE

IEC

**INTERNATIONAL
STANDARD**

61967-4

Edition 1.1

2006-07

Edition 1:2002 consolidée par l'amendement 1:2006
Edition 1:2002 consolidated with amendment 1:2006

**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**

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

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

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX **CL**
PRICE CODE

*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 Définitions	12
4 Généralités	12
4.1 Principes de base de mesure	12
4.2 Mesure du courant RF	14
4.3 Mesure de la tension RF aux broches CI	14
4.4 Evaluation de la technique de mesure	16
5 Conditions d'essai.....	16
6 Appareillage d'essai.....	16
6.1 Spécification du récepteur d'essai.....	16
6.2 Spécification de la sonde de courant RF	16
6.3 Essai de la capacité de la sonde de courant RF	18
6.4 Spécification du réseau d'adaptation	18
7 Montage d'essai.....	20
7.1 Configuration générale d'essai.....	20
7.2 Disposition pour carte d'essai à circuit imprimé	20
8 Procédure d'essai	22
9 Rapport d'essai.....	22
Annexe A (normative) Procédure d'étalonnage de sonde	24
Annexe B (informative) Classification des niveaux des émissions conduites.....	30
B.1 Remarque d'introduction	30
B.2 Généralités	30
B.3 Définition des niveaux d'émission	30
B.4 Présentation des résultats	32
Annexe C (informative) Exemple de niveaux de référence pour applications automobiles	38
C.1 Remarque d'introduction	38
C.2 Généralités.....	38
C.3 Niveaux de référence.....	38
Annexe D (informative) Exigences CEM et méthode d'utilisation des techniques de mesure CEM CI.....	42
D.1 Introduction	42
D.2 Utilisation des procédures de mesures CEM	42
D.3 Evaluation de l'influence des CI sur le comportement CEM des modules	44
Annexe E (informative) Exemple de montage d'essai comprenant une carte principale d'essai CEM et une carte d'essai EME CI	46
E.1 Carte principale d'essai CEM	46
E.2 Carte d'essai EME CI.....	50
Annexe F (informative) Réseaux de couplage directs 150 Ω pour mesures d'émission en mode commun des CI de transfert de données en mode différentiel et circuits analogues	58
F.1 Réseau de couplage direct de base	58
F.2 Exemple d'une alternative de réseau de couplage en mode commun pour CAN ou LVDS haute vitesse ou RS485 ou systèmes analogues.....	60

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	11
2 Normative references.....	11
3 Definitions	13
4 General	13
4.1 Measurement basics.....	13
4.2 RF current measurement	15
4.3 RF voltage measurement at IC pins	15
4.4 Assessment of the measurement technique	17
5 Test conditions	17
6 Test equipment.....	17
6.1 Test receiver specification	17
6.2 RF current probe specification	17
6.3 Test of the RF current probe capability.....	19
6.4 Matching network specification	19
7 Test set-up	21
7.1 General test configuration.....	21
7.2 Printed circuit test board layout.....	21
8 Test procedure	23
9 Test report.....	23
Annex A (normative) Probe calibration procedure	25
Annex B (informative) Classification of conducted emission levels	31
B.1 Introductory remark	31
B.2 General	31
B.3 Definition of emission levels.....	31
B.4 Presentation of results	33
Annex C (informative) Example of reference levels for automotive applications.....	39
C.1 Introductory remark	39
C.2 General	39
C.3 Reference levels.....	39
Annex D (informative) EMC requirements and how to use EMC IC measurement techniques....	43
D.1 Introduction	43
D.2 Using EMC measurement procedures	43
D.3 Assessment of the IC influence to the EMC behaviour of the modules	45
Annex E (informative) Example of a test set-up consisting of an EMC main test board and an EME IC test board	47
E.1 The EMC main test board	47
E.2 EME IC test board	51
Annex F (informative) 150 Ω direct coupling networks for common mode emission measurements of differential mode data transfer ICs and similar circuits	59
F.1 Basic direct coupling network.....	59
F.2 Example of a common-mode coupling network alternative for high speed CAN or LVDS or RS485 or similar systems	61

F.3	Exemple d'une alternative de réseau de couplage en mode commun pour sorties CI différentielles aux charges résistives (par exemple contrôleur d'allumage de coussins de sécurité gonflables).....	62
F.4	Exemple d'un réseau de couplage en mode commun pour les systèmes CAN à tolérance de pannes	62
	Figure 1 – Exemple de deux boucles d'émission retournant au CI par l'intermédiaire de la masse de référence.....	12
	Figure 2 – Exemple de CI avec deux contacts à la masse, une petite boucle E/S et deux boucles d'émission	14
	Figure 3 – Construction de la sonde de courant RF	16
	Figure 4 – Réseau d'adaptation d'impédance correspondant à la CEI 61000-4-6.....	18
	Figure 5 – Configuration générale d'essai.....	20
	Figure A.1 – Circuit d'essai	24
	Figure A.2 – Perte d'insertion d'une sonde de 1 Ω	24
	Figure A.3 – Disposition du circuit d'essai d'étalonnage	26
	Figure A.4 – Connexion du circuit d'essai d'étalonnage.....	28
	Figure A.5 – Limite minimale de découplage par rapport à la fréquence	28
	Figure B.1 – Schéma des niveaux d'émission	32
	Figure B.2 – Exemple de niveau d'émission maximal G8f	34
	Figure C.1 – Méthode à 1 Ω – Niveaux de référence pour perturbations conduites provenant de semiconducteurs (détecteur de crête).....	40
	Figure C.2 – Méthode à 150 Ω – Niveaux de référence pour perturbations conduites provenant de semiconducteurs (détecteur de crête).....	40
	Figure E.1 – Carte principale pour essai CEM.....	48
	Figure E.2 – Espace réservé aux fils de connexion	50
	Figure E.3 – Carte d'essai EME CI (zones de contact pour broches de connecteurs à ressort de la carte d'essai principale)	50
	Figure E.4 – Exemple de système d'essai EME CI	54
	Figure E.5 – Côté composants de la carte d'essai EME CI.....	54
	Figure E.6 – Face inférieure de la carte pour essai EME CI	56
	Figure F.1 – Couplage direct de base pour mesures CEM en mode commun	58
	Figure F.2 – Montage de mesure pour la mesure de S21 du couplage en mode commun	60
	Figure F.3 – Utilisation d'une terminaison de charge divisée comme couplage pour l'équipement de mesure	60
	Figure F.4 – Utilisation d'une terminaison de charge divisée comme couplage pour l'équipement de mesure	62
	Figure F.5 – Exemple d'une adaptation acceptable pour les exigences spéciales de réseau (par exemple les systèmes CAN à tolérance de pannes)	62
	Tableau 1 – Spécification de la sonde de courant RF.....	18
	Tableau 2 – Caractéristiques du réseau d'adaptation d'impédance	20
	Tableau B.1 – Niveaux d'émission	36
	Tableau D.1 – Exemples dans lesquels la procédure de mesure peut être réduite.....	42
	Tableau D.2 – Paramètres ambiants liés au système et au module	44
	Tableau D.3 – Modifications au niveau du CI qui influencent la CEM.....	44

F.3	Example of a common-mode coupling network alternative for differential IC outputs to resistive loads (e.g. airbag ignition driver)	63
F.4	Example of a common-mode coupling network for fault tolerant CAN systems	63
Figure 1	– Example of two emitting loops returning to the IC via common ground	13
Figure 2	– Example of IC with two ground pins, a small I/O loop and two emitting loops	15
Figure 3	– Construction of the RF current probe	17
Figure 4	– Impedance matching network corresponding with IEC 61000-4-6	19
Figure 5	– General test configuration	21
Figure A.1	– Test circuit	25
Figure A.2	– Insertion loss of the 1 Ω probe	25
Figure A.3	– Layout of the calibration test circuit	27
Figure A.4	– Connection of the calibration test circuit	29
Figure A-5	– Minimum decoupling limit versus frequency	29
Figure B.1	– Emission level scheme	33
Figure B.2	– Example of the maximum emission level G8f	35
Figure C.1	– 1 Ω method – Reference levels for conducted disturbances from semiconductors (peak detector)	41
Figure C.2	– 150 Ω method – Reference levels for conducted disturbances from semiconductors (peak detector)	41
Figure E.1	– EMC main test board	49
Figure E.2	– Jumper field	51
Figure E.3	– EME IC test board (contact areas for the spring connector pins of the main test board)	51
Figure E.4	– Example of an EME IC test system	55
Figure E.5	– Component side of the EME IC test board	55
Figure E.6	– Bottom side of the EME IC test board	57
Figure F.1	– Basic direct coupling for common mode EMC measurements	59
Figure F.2	– Measurement set-up for the S21 measurement of the common-mode coupling	61
Figure F.3	– Using split load termination as coupling for measuring equipment	61
Figure F.4	– Using split load termination as coupling for measuring equipment	63
Figure F.5	– Example of an acceptable adaptation for special network requirements (e.g. for fault tolerant CAN systems)	63
Table 1	– Specification of the RF current probe	19
Table 2	– Characteristics of the impedance matching network	21
Table B.1	– Emission levels	37
Table D.1	– Examples in which the measurement procedure can be reduced	43
Table D.2	– System- and module-related ambient parameters	45
Table D.3	– Changes at the IC which influence the EMC	45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**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**

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 61967-4 a été établie par le sous-comité 47A: Circuits intégrés, du comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

La présente version consolidée de la CEI 61967-4 comprend la première édition (2002) [documents 47A/636/FDIS et 47A/647/RVD] et son amendement 1 (2006) [documents 47A/735/FDIS et 47A/743/RVD].

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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

**Part 4: Measurement of conducted emissions –
1 Ω /150 Ω direct coupling 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 61967-4 has been prepared by subcommittee 47A: Integrated circuits, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This consolidated version of IEC 61967-4 consists of the first edition (2002) [documents 47A/636/FDIS and 47A/647/RVD] and its amendment 1 (2006) [documents 47A/735/FDIS and 47A/743/RVD].

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.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente norme.

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

La CEI 61967 se compose des parties suivantes, 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 la cellule TEM ¹

Partie 3: Mesure des émissions rayonnées – Méthode de scrutation surfacique ¹

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

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 ²

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.

¹ A l'étude

² A publier

Annex A forms an integral part of this standard.

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

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 ¹

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

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

Part 6: Measurement of conducted emissions – Magnetic probe method ²

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.

¹ Under consideration

² To be published

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

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61967 spécifie une méthode de mesure de l'émission électromagnétique conduite (EME) des circuits intégrés par mesure directe des courants RF avec une sonde résistive de 1 Ω et mesure des tensions RF en utilisant un réseau de couplage de 150 Ω . Ces méthodes garantissent un degré élevé de répétabilité, ainsi que la corrélation des mesures EME.

La CEI 61967-1 précise les conditions générales et les définitions des méthodes d'essai.

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

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

CISPR 16-1-1, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*

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

CISPR 16-1-3, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-3: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Puissance perturbatrice*

CISPR 16-1-4, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations rayonnées*

CISPR 16-1-5, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-5: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Emplacements d'essai pour l'étalonnage des antennes de 30 MHz à 1 000 MHz*

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

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

1 Scope

This part of IEC 61967 specifies a method to measure the conducted electromagnetic emission (EME) of integrated circuits by direct radio frequency (RF) current measurement with a 1 Ω resistive probe and RF voltage measurement using a 150 Ω coupling network. These methods guarantee a high degree of repeatability and correlation of EME measurements.

IEC 61967-1 specifies general conditions and definitions of the test methods.

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

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

CISPR 16-1-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

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

CISPR 16-1-3, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-3: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Disturbance power*

CISPR 16-1-4, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Radiated disturbances*

CISPR 16-1-5, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz*