CISPR 16-4-2

Edition 2.0 2011-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 4-2 ed 2.0 :2011

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty

Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de mesure de l'instrumentation

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.
If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.
Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub
The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.
- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.
- Electropedia: www.electropedia.org
The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.
- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv
If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:
Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm
Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.
- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub
Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.
- Electropedia: www.electropedia.org
Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.
- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:
Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

CISPR 16-4-2

Edition 2.0 2011-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty

Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de mesure de l'instrumentation

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX XA

ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-88912-525-8

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations 8
3.1 Terms and definitions 8
3.2 Symbols 9
3.3 Abbreviations 10
4 Compliance criterion for the MIU 10
4.1 General 10
4.2 Compliance assessment 11
5 Conducted disturbance measurements 12
5.1 Conducted disturbance measurements at a mains port using an AMN (see also B.1) 12
5.2 Conducted disturbance measurements at a mains port using a VP (see also B.2) 12
5.3 Conducted disturbance measurements at a telecommunication port using an AAN (Y-network) (see also B.3) 13
5.4 Conducted disturbance measurements at a telecommunication port using a CVP (see also B.4) 14
5.5 Conducted disturbance measurements at a telecommunication port using a CP (see also B.5) 15
6 Disturbance power measurements (see also C.1) 15
6.1 Measurand for disturbance power measurements 15
6.2 Symbols of input quantities specific for disturbance power measurements 15
6.3 Input quantities to be considered for disturbance power measurements 16
7 Radiated disturbance measurements in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz 16
7.1 Radiated disturbance measurements at an OATS or in a SAC (see also D.1) 16
7.2 Radiated disturbance measurements in a FAR (see also D.2) 17
8 Radiated disturbance measurements in the frequency range 1 GHz to 18 GHz (see also E.1) 18
8.1 Measurand for radiated disturbance measurements in a FAR (FSOATS) 18
8.2 Symbols of input quantities specific for radiated disturbance measurements 18
8.3 Input quantities to be considered for radiated disturbance measurements in a FAR 18
Annex A (informative) Basis for U_{cispr} values in Table 1, general information and rationale for input quantities common to all measurement methods 20
Annex B (informative) Basis for U_{cispr} values in Table 1, uncertainty budgets and rationale for conducted disturbance measurements 28
Annex C (informative) Basis for U_{cispr} values in Table 1 – Disturbance power measurements 37
Annex D (informative) Basis for U_{cispr} values in Table 1 – Radiated disturbance measurements from 30 MHz to 1 000 MHz 39
Annex E (informative) Basis for U_{cispr} values in Table 1 – Radiated disturbance measurements from 1 GHz to 18 GHz 52
Bibliography 56

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

Figure A.1 – Deviation of the QP detector level indication from the signal level at receiver input for two cases, a sine-wave signal and an impulsive signal (PRF 100 Hz) 23

Figure A.2 – Deviation of the peak detector level indication from the signal level at receiver input for two cases, a sine-wave signal and an impulsive signal (PRF 100 Hz) 24

Figure A.3 – Illustration of system noise figure 25

Figure D.1 – Effect of antenna directivity without tilting 47

Figure D.2 – Effect of antenna directivity with optimum tilting 47

Table 1 – Values of U_{cispr} 11

Table B.1 – Conducted disturbance measurements from 9 kHz to 150 kHz using a 50 Ω/50 μH + 5 Ω AMN 28

Table B.2 – Conducted disturbance measurements from 150 kHz to 30 MHz using a 50 Ω/50 μH AMN 29

Table B.3 – Conducted disturbance measurements from 9 kHz to 30 MHz using a VP 30

Table B.4 – Conducted disturbance measurements from 150 kHz to 30 MHz using an AAN 31

Table B.5 – Conducted disturbance measurements from 150 kHz to 30 MHz using a capacitive voltage probe (CVP) 32

Table B.6 – Conducted disturbance measurements from 9 kHz to 30 MHz using a CP 33

Table C.1 – Disturbance power from 30 MHz to 300 MHz 37

Table D.1 – Horizontally polarized radiated disturbances from 30 MHz to 200 MHz using a biconical antenna at a distance of 3 m, 10 m, or 30 m 40

Table D.2 – Vertically polarized radiated disturbances from 30 MHz to 200 MHz using a biconical antenna at a distance of 3 m, 10 m, or 30 m 41

Table D.3 – Horizontally polarized radiated disturbances from 200 MHz to 1 GHz using an LPDA antenna at a distance of 3 m, 10 m, or 30 m 42

Table D.4 – Vertically polarized radiated disturbances from 200 MHz to 1 GHz using an LPDA antenna at a distance of 3 m, 10 m, or 30 m 43

Table D.5 – Radiated disturbance measurements from 30 MHz to 200 MHz using a biconical antenna in a FAR at a distance of 3 m 44

Table D.6 – Radiated disturbance measurements from 200 MHz to 1 000 MHz using an LPDA antenna in a FAR at a distance of 3 m 45

Table E.1 – Radiated disturbance measurements from 1 GHz to 6 GHz in a FAR (FSOATS) at a distance of 3 m 52

Table E.2 – Radiated disturbance measurements from 6 GHz to 18 GHz in a FAR (FSOATS) at a distance of 3 m 53

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY MEASURING APPARATUS AND METHODS –

Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
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 CISPR 16-4-2 has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio-interference measurements and statistical methods.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2003. It constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical additions with respect to the previous edition:

– Methods of conducted disturbance measurements
  - on the mains port using a voltage probe,
  - on the telecommunication port using an AAN (ISN),

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0:2011

- on the telecommunication port using a CVP, and
- on the telecommunication port using a current probe.

– Methods of radiated disturbance measurements
- in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz using a FAR, and
- in the frequency range 1 GHz to 18 GHz using a FAR.

This publication has the status of a basic EMC standard in accordance with IEC Guide 107:2009, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
CISPR/A/942/FDIS	CISPR/A/952/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

A list of all parts of the CISPR 16 series can be found, under the general title *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*, on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

INTRODUCTION

The CISPR 16-4 series, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Uncertainties, statistics and limit modelling, contains information related to uncertainties, statistics and limit modelling*, and consists of the following five parts:

- Part 4-1: Uncertainties in standardized EMC tests,
- Part 4-2: Measurement instrumentation uncertainty,
- Part 4-3: Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products,
- Part 4-4: Statistics of complaints and a model for the calculation of limits for the protection of radio services, and
- Part 4-5: Conditions for the use of alternative test methods.

For practical reasons, standardized electromagnetic compatibility (EMC) tests are simplified representations of possible electromagnetic interference (EMI) scenarios that a product may encounter in practice. Consequently, in an EMC standard, the measurand, the limit, measurement instruments, measurement set-up, measurement procedure and measurement conditions are simplified but are still meaningful (representative). Here meaningful means that there is a statistical correlation between compliance of the product with a limit, based on a standardized EMC test using standardized test equipment, and a high probability of actual EMC of the same product during its life cycle. Part 4-4 provides methods based on statistics to derive meaningful disturbance limits to protect radio services.

In general, a standardized EMC test should be developed such that reproducible results are obtained if different parties perform the same test with the same EUT. However, various uncertainty sources limit the reproducibility of a standardized EMC.

Part 4-1 is a technical report that consists of a collection of informative reports that address all relevant uncertainty sources that may be encountered during EMC compliance tests. Typical examples of uncertainty sources are the EUT itself, the measurement instrumentation, the set-up of the EUT, the test procedures and the environmental conditions.

Part 4-2 describes a specific category of uncertainties, i.e. measurement instrumentation uncertainties. In this part, examples of MIU budgets are given for most of the CISPR measurement methods. Also in this part, normative requirements are given on how to apply the MIU when determining compliance of an EUT with a disturbance limit (i.e. conformity assessment decision).

Part 4-3 is a technical report that describes the statistical treatment of test results when compliance tests are performed on samples of mass-produced products. This treatment is known as the 80 %/80 % rule.

Part 4-4 is a technical report that contains CISPR recommendations for the collation of statistical data on interference complaints and for the classification of interference sources. Also, models for the calculation of limits for various modes of interference coupling are given.

Part 4-5 is a technical report describing a method to enable product committees to develop limits for alternative test methods, using conversions from established limits.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 Ed 2.0 :2011

SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY MEASURING APPARATUS AND METHODS –

Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty

1 Scope

This part of CISPR 16-4 specifies the method of applying Measurement Instrumentation Uncertainty (MIU) when determining compliance with CISPR disturbance limits. The material is also relevant to any EMC test when interpretation of the results and conclusions reached will be impacted by the uncertainty of the measurement instrumentation used during testing.

NOTE In accordance with IEC Guide 107, CISPR 16-4-2 is a basic EMC standard for use by product committees of the IEC. As stated in Guide 107, product committees are responsible for determining the applicability of the EMC standard. CISPR and its sub-committees are prepared to co-operate with technical committees and product committees in the evaluation of the applicability of this standard for specific products.

The annexes contain the background material used in providing the amount of MIU found in generating the CISPR values shown in Clauses 4 through 8 and hence provide valuable background material for those needing both initial and further information on MIU and how to take individual uncertainties in the measurement chain into account. The annexes, however, are not intended to be a tutorial or user manual or to be copied when making uncertainty calculations. For that purpose, the references shown in the bibliography, or other widely recognized documents, may be used.

Measurement instrumentation specifications are given in the CISPR 16-1 series, while the methods of measurement are covered in the CISPR 16-2 series. Further information and background on CISPR and radio disturbances is given in CISPR 16-3. The other parts of the CISPR 16-4 series contain further information on uncertainties in general, statistics and limit modelling. See the introduction of this part for more information on the background and on the content of the CISPR 16-4 series.

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.

CISPR 11, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 12, *Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of off-board receivers*

CISPR 13, *Sound and television broadcast receivers and associated equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

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*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0:2011

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 – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements*

CISPR 16-2-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements*

CISPR 16-2-2, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity – Measurement of disturbance power*

CISPR 16-2-3:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*

CISPR 16-3, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*

CISPR 16-4-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests*

CISPR 16-4-3, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-3: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products*

CISPR 22:2008, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2:ed 2.0:2011

3 Terms, definitions, symbols and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in ISO/IEC Guide 98-3 and ISO/IEC Guide 99, as well as the following apply.

NOTE General terms and definitions used in the expression of uncertainty are contained in ISO/IEC Guide 98-3. General metrology definitions are contained in ISO/IEC Guide 99. Relevant basic definitions are not repeated here.

3.1.1
measurement instrumentation uncertainty
MIU
parameter, associated with the result of a measurement, that characterises the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the measurand, induced by all relevant input quantities that are related to the measurement instrumentation

3.2 Symbols

For the purposes of this document, the symbols given in Clauses 3, 5, 6, 7 and 8 apply, as well as the following.

3.2.1 General symbols

X_i input quantity

x_i estimate of X_i

δX_i correction for input quantity

$u(x_i)$ standard uncertainty of x_i

c_i sensitivity coefficient

y result of a measurement (the estimate of the measurand), corrected for all recognised significant systematic effects, in logarithmic units, e.g. dB(μV/m)

$u_c(y)$ (combined) standard uncertainty of y, in dB

$U(y)$ expanded uncertainty of y, in dB

U_{cispr} CISPR criterion for the expanded MIU evaluated in this standard for each specific measurement method, in dB

U_{lab} expanded MIU determined by the test laboratory, in dB

k coverage factor

a^+ upper abscissa of a probability distribution

a^- lower abscissa of a probability distribution

3.2.2 Symbols for measured quantities

E disturbance electric field strength, in dB(μV/m)

I disturbance current, in dB(μA)

P disturbance power, in dB(pW)

V disturbance voltage, in dB(μV)

3.2.3 Symbols for input quantities common to all disturbance measurements

a_c attenuation of the connection between the receiver and the ancillary equipment (e.g. AMN, antenna etc.), in dB

δM correction for the error caused by mismatch, in dB

V_r receiver voltage reading, in dB(μV)

δV_{sw} correction for receiver sine wave voltage inaccuracy, in dB

δV_{pa} correction for imperfect receiver pulse amplitude response, in dB

δV_{pr} correction for imperfect receiver pulse repetition rate response, in dB

δV_{nf} correction for the effect of the receiver noise floor, in dB

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

3.3 Abbreviations

For the purposes of this document, the following abbreviations apply.

NOTE Abbreviations not shown here are defined at their first occurrence in this document.

AAN	asymmetric artificial network
AE	associated equipment (equipment connected to the AE port of the ancillary equipment; ancillary equipment is a transducer, e.g. an AAN; see definitions in CISPR 16-2-1)
AF	antenna factor
AMN	artificial mains network
CP	current probe
CVP	capacitive voltage probe
EUT	equipment under test
FAR	fully anechoic room
FSOATS	free-space OATS (refer to CISPR16-1-4)
LCL	longitudinal conversion loss
LPDA	logarithmic periodic (log-periodic) dipole array
MIU	measurement instrumentation uncertainty
OATS	open area test site
PRF	pulse repetition frequency
RF	radio frequency
SAC	semi-anechoic chamber
S/N	signal to noise ratio
VDF	voltage division factor
VP	voltage probe
VSWR	voltage standing wave ratio

4 Compliance criterion for the MIU

4.1 General

MIU shall be taken into account, as described in this clause, when determining compliance or non-compliance of an EUT with a disturbance limit.

The MIU for a test laboratory shall be evaluated for the measurements addressed in Clauses 5 through 8, taking into consideration each of the input quantities listed there. The standard uncertainty $u(x_i)$ in dB, and the sensitivity coefficient c_i, shall be evaluated for the estimate x_i of each quantity. The combined standard uncertainty $u_c(y)$ of the estimate y of the measurand shall be calculated using

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_i c_i^2 \; u^2(x_i)} \tag{1}$$

The expanded MIU U_{lab} for a test laboratory shall be calculated for each type of measurement using

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

$$U_{lab} = U(y) = 2\,u_c(y) \quad (2)$$

If U_{lab} is less than or equal to U_{cispr} in Table 1, then the test report may either state the value of U_{lab} or state that U_{lab} is less than U_{cispr}.

If U_{lab} exceeds U_{cispr} of Table 1, then the test report shall contain the value of U_{lab} (in dB) for the measurement instrumentation actually used for the measurements.

NOTE Equation (2) means that a coverage factor k = 2 is applied that yields approximately a 95 % level of confidence for the near-normal distribution typical of most measurement results.

Table 1 – Values of U_{cispr}

Measurement		U_{cispr}	Table
Conducted disturbance at mains port using AMN	(9 kHz to 150 kHz)	3,8 dB	B.1
	(150 kHz to 30 MHz)	3,4 dB	B.2
Conducted disturbance at mains port using voltage probe	(9 kHz to 30 MHz)	2,9 dB	B.3
Conducted disturbance at telecommunication port using AAN	(150 kHz to 30 MHz)	5,0 dB	B.4
Conducted disturbance at telecommunication port using CVP	(150 kHz to 30 MHz)	3,9 dB	B.5
Conducted disturbance at telecommunication port using CP	(150 kHz to 30 MHz)	2,9 dB	B.6
Disturbance power	(30 MHz to 300 MHz)	4,5 dB	C.1
Radiated disturbance (electric field strength at an OATS or in a SAC)	(30 MHz to 1 000 MHz)	6,3 dB	D.1 to D.4
Radiated disturbance (electric field strength in a FAR)	(30 MHz to 1 000 MHz)	5,3 dB	D.5 to D.6
Radiated disturbance (electric field strength in a FAR)	(1 GHz to 6 GHz)	5,2 dB	E.1
Radiated disturbance (electric field strength in a FAR)	(6 GHz to 18 GHz)	5,5 dB	E.2

NOTE 1 The values of U_{cispr} are based on the expanded uncertainties in the annexes that were evaluated by considering uncertainties associated with the quantities listed in the measurement-specific subclause. If there are different values in the annexes, then the value taken as U_{cispr} is the maximum value (e.g. maximum of Tables D.1 through D.4).

NOTE 2 In the frequency range below 1 GHz, the values of U_{cispr} were calculated for measurements using the quasi-peak detector, assuming that values for the average detector and r.m.s.-average detector would not exceed these values. Above 1 GHz, the value of U_{cispr} was calculated for measurements using the peak detector.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

Nothing in this clause supersedes the requirement for measurement instrumentation to comply with specifications of the CISPR 16-1 series. Also, this clause does not replace the requirement to comply with CISPR 16-4-3.

4.2 Compliance assessment

Compliance or non-compliance with a disturbance limit shall be determined in the following manner.

If U_{lab} is less than or equal to U_{cispr} of Table 1, then:

– compliance is deemed to occur if no measured disturbance level exceeds the disturbance limit;

– non-compliance is deemed to occur if any measured disturbance level exceeds the disturbance limit.

If U_{lab} is greater than U_{cispr} of Table 1, then:

– compliance is deemed to occur if no measured disturbance level, increased by ($U_{lab} - U_{cispr}$), exceeds the disturbance limit;

– non-compliance is deemed to occur if any measured disturbance level, increased by ($U_{lab} - U_{cispr}$), exceeds the disturbance limit.

NOTE For the compliance assessment procedure described in this subclause, both the measured disturbance level and the disturbance limit are expressed in logarithmic units, e.g. dB(μV/m).

5 Conducted disturbance measurements

5.1 Conducted disturbance measurements at a mains port using an AMN (see also B.1)

5.1.1 Measurand for measurements using an AMN

V Unsymmetric voltage, in dB(μV), measured at the EUT port of the AMN relative to the reference ground plane

5.1.2 Symbols of input quantities specific to measurements using an AMN

F_{AMN} Voltage division factor of the AMN, in dB

δF_{AMNf} Correction for voltage division factor (VDF) frequency interpolation error, in dB

δD_{mains} Correction for the error caused by mains disturbances, in dB

δV_{env} Correction for the effect of the environment, in dB

δZ_{AMN} Correction for imperfect AMN impedance, in dB

5.1.3 Input quantities to be considered for conducted disturbance measurements at a mains port using an AMN

– Receiver reading

– Attenuation of the connection between AMN and receiver

– AMN voltage division factor

– AMN VDF frequency interpolation

– Receiver related input quantities:

  - Receiver sine-wave voltage accuracy
  - Receiver pulse amplitude response
  - Receiver pulse response variation with repetition frequency
  - Receiver noise floor

– Mismatch effects between AMN receiver port and receiver

– AMN impedance

– Effect of mains disturbances

– Effect of environment

5.2 Conducted disturbance measurements at a mains port using a VP (see also B.2)

5.2.1 Measurand for measurements using a VP

V Unsymmetric voltage, in dB(μV), measured at the EUT power port – loaded with an impedance of 1 500 Ω – relative to the reference ground

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

5.2.2 Symbols of input quantities specific to measurements using a VP

F_{VP} Voltage division factor (VDF) of the voltage probe, in dB

δF_{VPf} Correction for the VDF frequency interpolation error, in dB

δD_{mains} Correction for the error caused by mains disturbances, in dB

δV_{env} Correction for the effect of the environment, in dB

δZ_{VP} Correction for imperfect voltage probe impedance, in dB

δZ_{mains} Correction for the error caused by the mains impedance when compared with AMN, in dB

5.2.3 Input quantities to be considered for conducted disturbance measurements at a mains port using a VP

– Receiver reading
– Attenuation of the connection between VP and receiver
– VP VDF
– VP VDF frequency interpolation
– Receiver related input quantities:
  - Receiver sine-wave voltage accuracy
  - Receiver pulse amplitude response
  - Receiver pulse response variation with repetition frequency
  - Receiver noise floor
– Mismatch effects between VP receiver port and receiver
– VP impedance
– Effect of mains disturbances
– Effect of mains impedance when compared with AMN
– Effect of environment

5.3 Conducted disturbance measurements at a telecommunication port using an AAN (Y-network) (see also B.3)

NOTE The term "asymmetric artificial network (AAN)" is defined in CISPR 16-1-2. It is referred to as an impedance stabilization network (ISN) in CISPR 22. The term Y-network differentiates it from V- and Δ-networks.

5.3.1 Measurand for measurements using an AAN

V Asymmetric (common mode) voltage, in dB(μV), measured at the EUT port of the AAN referred to the reference ground plane

5.3.2 Symbols of input quantities specific for measurements using an AAN

F_{AAN} Voltage division factor (VDF) of the AAN, in dB

δF_{AANf} Correction for the VDF frequency interpolation error, in dB

δD_{AE} Correction for the error caused by disturbances from the AE, in dB

δV_{env} Correction for the effect of the environment, in dB

δa_{LCL} Correction for imperfect longitudinal conversion loss of the AAN, in dB

δZ_{AAN} Correction for imperfect asymmetric (common mode) impedance of the AAN, in dB

5.3.3 Input quantities to be considered for conducted disturbance measurements at a telecommunication port using an AAN

– Receiver reading

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

– Attenuation of the connection between AAN and receiver
– AAN VDF
– AAN VDF frequency interpolation
– Receiver related input quantities:
  • Receiver sine-wave voltage accuracy
  • Receiver pulse amplitude response
  • Receiver pulse response variation with repetition frequency
  • Receiver noise floor
– Mismatch effects between AAN receiver port and receiver
– Asymmetric impedance of the AAN
– Longitudinal conversion loss (LCL) of the AAN
– Effect of disturbances from the AE
– Effect of environment

5.4 Conducted disturbance measurements at a telecommunication port using a CVP (see also B.4)

5.4.1 Measurand for measurements using a CVP

V Asymmetric (common mode) voltage, in dB(μV), measured at the telecommunication port referred to the reference ground

5.4.2 Symbols of input quantities specific for measurements using a CVP

F_{CVP} Voltage division factor (VDF) of the CVP, in dB

δF_{CVPf} Correction for the CVP VDF frequency interpolation error, in dB

δD_{AE} Correction for the error caused by disturbances from the AE, in dB

δV_{env} Correction for the effect of the environment, in dB

$\delta F_{c\ pos}$ Correction for the effect of cable position inside the CVP aperture on the voltage division factor, in dB

$\delta F_{c\ rad}$ Correction for the effect of cable radius on voltage division factor, in dB

δZ_{AE} Correction for imperfect termination of the telecommunication port by the AE, in dB

δZ_{CVP} Correction for the effect of the CVP load impedance, in dB

5.4.3 Input quantities to be considered for conducted disturbance measurements at a telecommunication port using a CVP

– Receiver reading
– Attenuation of the connection between CVP and receiver
– CVP VDF
– CVP VDF frequency interpolation
– Receiver related input quantities:
  • Receiver sine-wave voltage accuracy
  • Receiver pulse amplitude response
  • Receiver pulse response variation with repetition frequency
  • Receiver noise floor
– Effect of cable position inside the CVP aperture on VDF
– Effect of cable radius on VDF

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

– Effect of disturbances from the AE
– Effect of the AE impedance when compared with AAN
– Mismatch effects between CVP receiver port and receiver
– CVP load impedance
– Effect of environment

5.5 Conducted disturbance measurements at a telecommunication port using a CP (see also B.5)

5.5.1 Measurand for measurements using a CP

I Asymmetric (common mode) current, in dB(μA), measured on the cable connected to the telecommunication port of the EUT

5.5.2 Symbols of input quantities specific for measurements using a CP

Y_T Transfer admittance of the CP, in dB(S)

δY_{Tf} Correction for the CP transfer admittance frequency interpolation error, in dB

δD_{AE} Correction for the error caused by disturbances from the AE, in dB

δI_{env} Correction for the effect of the environment, in dB

δZ_{CP} Correction for the error caused by the CP insertion impedance, in dB

δZ_{AE} Correction for imperfect termination of the telecommunication port by the AE, in dB

5.5.3 Input quantities to be considered for conducted disturbance measurements at a telecommunication port using a CP

– Receiver reading
– Attenuation of the connection between CP and receiver
– Transfer admittance of the CP
– CP transfer admittance frequency interpolation
– Receiver related input quantities:
  - Receiver sine-wave voltage accuracy
  - Receiver pulse amplitude response
  - Receiver pulse response variation with repetition frequency
  - Receiver noise floor
– Mismatch effects between CP and receiver
– Effect of the CP insertion impedance
– Effect of disturbances from the AE
– Effect of the termination impedance of the telecommunication cable by the AE
– Effect of environment

6 Disturbance power measurements (see also C.1)

6.1 Measurand for disturbance power measurements

P Disturbance power, in dB(pW), measured on a power lead at the clamp position of maximum indication of emission

6.2 Symbols of input quantities specific for disturbance power measurements

F_{AC} Clamp factor (original) of the absorbing clamp, in dB(pW/μV)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

NOTE Clamp factor (original) is defined in CISPR 16-1-3.

δF_{ACf} Correction for the clamp factor frequency interpolation error, in dB

δD_{mains} Correction for the error caused by mains disturbances, in dB

δP_{env} Correction for the effect of the environment, in dB

6.3 Input quantities to be considered for disturbance power measurements

– Receiver reading
– Attenuation of the connection between absorbing clamp and receiver
– Clamp factor (original) of the absorbing clamp (as defined in CISPR 16-1-3)
– Clamp factor frequency interpolation
– Receiver related input quantities:
  • Receiver sine-wave voltage accuracy
  • Receiver pulse amplitude response
  • Receiver pulse response variation with repetition frequency
  • Receiver noise floor
– Mismatch effects between absorbing clamp receiver port and receiver
– Effect of mains disturbances
– Effect of environment

7 Radiated disturbance measurements in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz

7.1 Radiated disturbance measurements at an OATS or in a SAC (see also D.1)

7.1.1 Measurand for radiated disturbance measurements at an OATS or in a SAC

E Maximum electric field strength, in dB(μV/m), in horizontal and vertical polarizations measured at the specified horizontal distance from the EUT at a height of between 1 m and 4 m above a reflecting ground plane, with the EUT rotated 360° in azimuth

7.1.2 Symbols of input quantities specific for radiated disturbance measurements

F_a Antenna factor, in dB(1/m)

δF_{af} Correction for antenna factor frequency interpolation error, in dB

δF_{ah} Correction for antenna factor variation with height, in dB

δF_{adir} Correction for antenna directivity, in dB

δF_{aph} Correction for antenna phase centre location, in dB

δF_{acp} Correction for antenna cross-polarization response, in dB

δF_{abal} Correction for antenna unbalance, in dB

δA_N Correction for imperfect normalized site attenuation, in dB

δA_{NT} Correction for the effect of setup table material on measurement results, in dB

δd Correction for imperfect antenna distance, in dB

δh Correction for imperfect table height above ground plane, in dB

δE_{amb} Correction for the effect of ambient noise at an OATS, in dB

7.1.3 Input quantities to be considered for radiated disturbance measurements at an OATS or in a SAC

– Receiver reading

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 4-2 ed 2.0 :2011

– Attenuation of the connection between antenna and receiver
– Antenna factor
– Receiver related input quantities:
  • Receiver sine-wave voltage accuracy
  • Receiver pulse amplitude response
  • Receiver pulse response variation with repetition frequency
  • Receiver noise floor
– Mismatch effects between antenna port and receiver
– Antenna factor frequency interpolation
– Antenna factor variation with height
– Antenna directivity
– Antenna phase centre location
– Antenna cross-polarization response
– Antenna balance
– Site attenuation of the test site
– Separation between EUT and measurement antenna
– Height of table supporting the EUT
– Effect of setup table material supporting the EUT
– Effect of ambient noise at an OATS

7.2 Radiated disturbance measurements in a FAR (see also D.2)

7.2.1 Measurand for radiated disturbance measurements in a FAR

E Maximum electric field strength, in dB(μV/m), measured in horizontal and vertical polarizations at the specified horizontal distance from the EUT which is rotated 360° in azimuth

7.2.2 Symbols of input quantities specific for radiated disturbance measurements

F_a Antenna factor, in dB(1/m)
δF_{af} Correction for antenna factor frequency interpolation error, in dB
δF_{ah} Correction for antenna factor variation due to FAR influence, in dB
δF_{adir} Correction for antenna directivity, in dB
δF_{aph} Correction for antenna phase centre location, in dB
δF_{acp} Correction for antenna cross-polarization response, in dB
δF_{abal} Correction for antenna unbalance, in dB
δA_N Correction for imperfect normalized site attenuation, in dB
δA_{NT} Correction for the effect of setup table material on measurement results, in dB
δd Correction for imperfect antenna distance, in dB
δh Correction for imperfect table height, in dB

7.2.3 Input quantities to be considered for radiated disturbance measurements in a FAR

– Receiver reading
– Attenuation of the connection between antenna and receiver
– Antenna factor

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 4-2 ed 2.0 :2011

– Receiver related input quantities:
  - Receiver sine-wave voltage accuracy
  - Receiver pulse amplitude response
  - Receiver pulse response variation with repetition frequency
  - Receiver noise floor
– Mismatch effects between antenna port and receiver
– Antenna factor frequency interpolation
– Antenna factor variation due to FAR influence
– Antenna directivity
– Antenna phase centre location
– Antenna cross-polarization response
– Antenna balance
– Site attenuation of the test site (FAR)
– Separation between EUT and measurement antenna
– Effect of setup table material supporting the EUT
– Effect of imperfect table height

8 Radiated disturbance measurements in the frequency range 1 GHz to 18 GHz (see also E.1)

8.1 Measurand for radiated disturbance measurements in a FAR (FSOATS)

NOTE 1 A FAR is a practical approximation of an FSOATS (see CISPR 16-1-4).

E Maximum electric field strength, in dB(μV/m), measured in horizontal and vertical polarizations at the applicable antenna height and at the specified horizontal distance from the EUT which is rotated 360° in azimuth

NOTE 2 Antenna height variation is applied if the EUT is not encompassed by the antenna vertical-plane beamwidth.

8.2 Symbols of input quantities specific for radiated disturbance measurements

G_p Preamplifier gain

δG_p Correction for instability of preamplifier gain, in dB

F_a Antenna factor, in dB(1/m)

δF_{af} Correction for antenna factor interpolation error, in dB

δF_{adir} Correction for antenna directivity, in dB

δF_{aph} Correction for antenna phase centre location, in dB

δF_{acp} Correction for antenna cross-polarization response, in dB

δS_{VSWR} Correction for imperfect site voltage standing wave ratio (S_{VSWR}), in dB

δA_{NT} Correction for the effect of setup table material on measurement results, in dB

δd Correction for imperfect antenna distance, in dB

δh Correction for imperfect table height, in dB

8.3 Input quantities to be considered for radiated disturbance measurements in a FAR

– Receiver reading
– Attenuation of the connection between antenna port and preamplifier input

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

– Preamplifier gain
– Effect of preamplifier gain instability
– Attenuation of the connection between preamplifier output and receiver
– Antenna factor
– Receiver sine-wave voltage accuracy
– Receiver noise floor
– Mismatch effects between antenna port and preamplifier input
– Mismatch effects between preamplifier output and receiver
– Antenna factor frequency interpolation
– Antenna directivity
– Antenna phase centre
– Antenna cross-polarization response
– Site voltage standing wave ratio of the test site (FAR)
– Separation between EUT and measurement antenna
– Effect of setup table material supporting the EUT
– Effect of imperfect table height

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 4-2 ed 2.0 :2011

Annex A
(informative)

Basis for U_{cispr} values in Table 1, general information and rationale for input quantities common to all measurement methods

A.1 General

Annexes A through E outline the approach used to determine U_{cispr} for the measurement methods specified in the CISPR 16-2 series.

Each annex first presents the model equation for the measurand – the basic equation summarizing the main sources of MIU (i.e. the input quantities) that are attributable to the measurement instrumentation chain. The model equation results from the measurement model and provides a mathematical definition of the measurand.

One or more tables are then presented that document the estimated value of each input quantity that is considered for the calculation of the values of U_{cispr} in Table 1 of Clause 4. Note that values in tables in Annexes B through E are examples only, derived from requirements in the CISPR 16-1 series and do not constitute a requirement.

All assumptions made for the determination of the estimated values are documented. The assumptions are referenced via a superscript. Superscripts marked “A” refer to sources of MIU that are common to more than one measurement method. The assumptions of these sources of MIU are documented in A.2 hereafter. Superscripts marked “B” through “E” refer to sources of MIU that are specific to one measurement method. The assumptions on which the estimates are based are documented within a subclause of the corresponding annex that follows the table(s). A note following a comment is intended to provide additional guidance for test laboratories confronted with data or situations different from those assumed in this document.

The uncertainty associated with the estimate x_i of each input quantity in the tables of the Annexes B through E is the largest value considered likely within the frequency range covered by the table, provided that this uncertainty value is consistent with the measuring apparatus specifications in the CISPR 16-1 series standards.

Definitions of measurement uncertainty terms and information about the evaluation and expression of the uncertainty of measurement are available in references [2] to [5] of the bibliography and in ISO/IEC Guide 98-3.

The standard uncertainty $u(x_i)$ is calculated by dividing the value of the uncertainty associated with x_i by a factor that depends on the probability distribution of the input quantity and on the level of confidence associated with the value. For a U-shaped, rectangular or triangular probability distribution, where X_i is estimated to lie between $(x_i - a^-)$ and $(x_i + a^+)$ with a level of confidence of 100 %, $u(x_i)$ is taken as $a/\sqrt{2}$, $a/\sqrt{3}$ or $a/\sqrt{6}$ respectively, where $a = (a^+ + a^-)/2$ is the half-width of the probability distribution. For a normal probability distribution, the divisor is 2 if the value of the uncertainty associated with x_i has a level of confidence of 95 % (the value is twice the experimental standard deviation), or 1 if the value of the uncertainty associated with x_i has a level of confidence of 68 % (the value is the experimental standard deviation). In case of a non-symmetrical distribution, the value $\delta x_i = c_i\,(a^+ - a^-)/2$, if significant, should be considered to be applied for a correction of the measurement result. If it is insignificant, it is acceptable to use the average of the two limits.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

A correction is compensation for a systematic error. A correction may be known from calibration reports or from internally documented evaluations of the test laboratory. A correction with unknown magnitude that is considered to be equally likely to be positive or negative, is taken to be zero. All known corrections are assumed to have been applied, in accordance with the model. This is expressed in the model equations preceding the tables. Every correction also serves as an input quantity having an associated uncertainty.

The assumptions leading to the values in the tables of Annexes B through E may not be appropriate for a particular test laboratory. When a test laboratory evaluates its expanded MIU U_{lab}, it shall consider the information available about its own particular measuring system, including equipment characteristics, actual validation data of the test sites, the quality of calibration data (within the defined calibration interval), the known or likely probability distributions and internal measurement procedures. A test laboratory may find it advantageous to evaluate its uncertainties over subranges of the frequency range of interest, particularly if a dominant input quantity varies significantly over the complete frequency range.

The frequency step size of a measuring receiver is not regarded as a source of uncertainty, as it can be minimized by reducing the step size and avoided altogether by a final frequency adjustment. Guidance to selecting the step size is given in CISPR 16-2-1, CISPR 16-2-2 and CISPR 16-2-3. Final frequency adjustments will normally be done at the critical frequencies with respect to the disturbance limit. If reduction of step size or final frequency adjustment is not used, it may have to be treated as an additional input quantity. This is similar to the antenna height and EUT azimuth stepped scanning in radiated emission measurements, where it is advisable to use final height and azimuth adjustment as well. Some of these effects are discussed in CISPR 16-4-1.

The sensitivity coefficients are partial derivatives of the model equation for the measurands (i.e. the left-hand sides of the model equations) with respect to the varying input quantity. Since all model equations are linear in logarithmic units, all sensitivity coefficients c_i become 1 (c_i = 1) and are therefore not listed in the tables.

Repeatability of cable connections is considered negligibly small compared to the other sources of uncertainty. Therefore it is not included as a relevant input quantity.

A.2 Rationale for the estimates of input quantities common to all disturbance measurements ("A" comments)

The following comments are applicable to the input quantities that are common to more than one measurement method, being those marked with the superscript "A" (e.g. $^{A1)}$).

A1) Receiver readings will vary for reasons that include measuring system instability and meter scale interpolation errors.

The estimate of V_r is the mean of many readings (sample size larger than 10) of a stable signal, with a standard uncertainty given by the experimental standard deviation of the mean (k = 1).

A2) An estimate of the attenuation a_c of the connection between the receiver and the AMN, absorbing clamp or antenna is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor.

NOTE 1 If the estimate of attenuation a_c is obtained from manufacturer's data for a cable or attenuator, a rectangular probability distribution having a half-width equal to the manufacturer's specified tolerance on the attenuation may be assumed. If the connection is a cable and attenuator in tandem, with manufacturer's data available on each, a_c has two components, each with its own rectangular probability distribution.

NOTE 2 This uncertainty contribution is not applicable if the absorbing clamp is calibrated together with the cable.

NOTE 3 In Tables B.1 through B.6, the estimate of the expanded uncertainty is 0,1 dB, in Table C.1 and D.1 through D.6 it is 0,2 dB, in Table E.1 it is 0,3 dB and in Table E.2 it is 0,6 dB with a coverage factor

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 Ed 2.0 :2011

of 2. A lower estimate for this uncertainty contribution can be achieved using a vector network analyzer for the cable calibration.

A3) An estimate of the correction δV_{sw} for receiver sine-wave voltage accuracy is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor.

NOTE 4 If a calibration report states only that the receiver sine-wave voltage accuracy is within the CISPR 16-1-1 tolerance (± 2 dB), then the estimate of the correction δV_{sw} should be taken as zero with a rectangular probability distribution having a half-width of 2 dB. If the calibration report states a value less than the CISPR 16-1-1 tolerance (e.g. ± 1 dB), then this value is to be used in the uncertainty calculation, not the stated uncertainty value of the calibration process. If the calibration report provides detailed deviations from reference values, then the reported deviations and the uncertainties of the calibration laboratory may be used to determine the uncertainties of the measuring receiver [12].

A4) In general, it is impractical to correct for imperfect receiver pulse response characteristics.

A verification report stating that the receiver pulse amplitude response complies with the CISPR 16-1-1 tolerance of ± 1,5 dB for peak, quasi-peak, average or r.m.s.-average detection is assumed to be available. The correction δV_{pa} is estimated to be zero with a rectangular probability distribution having a half-width of 1,5 dB.

The CISPR 16-1-1 tolerance for pulse repetition rate response varies with repetition rate and detector type. A verification report stating that the receiver pulse repetition rate responses comply with the CISPR 16-1-1 tolerances is assumed to be available. The correction δV_{pr} is estimated to be zero with a rectangular probability distribution having a half-width of 1,5 dB, a value considered to be representative of the various CISPR 16-1-1 tolerances.

NOTE 5 If the pulse amplitude response or the pulse repetition rate response is verified to be within ± α dB of the CISPR specification ($\alpha \leq 1{,}5$), the correction for that response may be estimated to be zero with a rectangular probability distribution having a half-width of α dB.

NOTE 6 If a disturbance produces a continuous wave signal at the detector, pulse response corrections do not need to be considered.

A5) The noise floor of a CISPR receiver is usually far below the disturbance voltage limit or the disturbance power limit that its effect on measurement results near those limits is negligible. However for radiated disturbances, the proximity of the receiver noise floor may influence measurement results near the radiated disturbance limit.

For radiated disturbance measurement below 1 GHz, the deviation δV_{nf} is estimated to be between zero and +1,1 dB. The correction is estimated to be zero as if the deviation would be symmetric around the value to be measured with a rectangular probability distribution having a half-width of 1,1 dB. Any correction for the effect of the noise floor would depend on the signal type (e.g. impulsive or unmodulated) and the signal to noise ratio and would change the noise level indication. The value of 1,1 dB is taken from Figure A.1 for a S/N = 14 dB. The S/N has been obtained for a noise figure of 6 dB, using

$$E_{NQP} = V_{NQP} + F_a + a_c \qquad \text{(A.1)}$$

$$E_{NQP} = -67 + 10\lg F_N + 10\lg B_N + w_{NQP} + F_a + a_c$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 Ed 2.0 :2011

where

E_{NQP}	is the equivalent field strength of the quasi-peak noise floor, in dB(μV/m);
V_{NQP}	is the receiver quasi-peak noise floor, in dB(μV);
F_a	is the antenna factor at the receive frequency, in dB(1/m);
a_c	is the attenuation of the antenna connecting cable, in dB;
F_N	is the noise factor of the measuring receiver, i.e. a number;
10lg F_N	is the noise figure of the measuring receiver, in dB;
B_N	is the noise bandwidth of the measuring receiver, in Hz;
w_{NQP}	is the quasi-peak weighting factor of noise, in dB;
-67	is $10\lg(kT_0 \times 1\text{Hz} / P_{1\,\mu V})$, the absolute noise level in dB(μV) in 1 Hz bandwidth, with k = Boltzmann's Constant, T_0 = 293,15 K, and $P_{1\mu V}$ is the power generated by 1 μV across 50 Ω.

The worst case S/N is obtained near 1 000 MHz. With 10lg F_N = 6, 10lg B_N = 50,8 (for 120 kHz), the weighting factor w_{NQP} being 7 dB, the LPDA antenna factor of F_a = 24 dB(m^{-1}) for 1 000 MHz and the cable attenuation a_c = 2 dB, the quasi-peak noise indication in terms of field strength is E_{NQP} = 23 dB(μV/m). This is compared to a disturbance level at the emission limit of 37 dB(μV/m) at 10 m distance to give a signal-to-noise ratio S/N of 14 dB. In the frequency range of 30 MHz to 200 MHz, the S/N is higher, hence an S/N > 20 dB is assumed. For a distance of 3 m, the emission electric field strength limit is higher, resulting in a higher S/N. For a distance of 30 m, Class A emission limits are assumed, resulting in the same S/N as for 10 m.

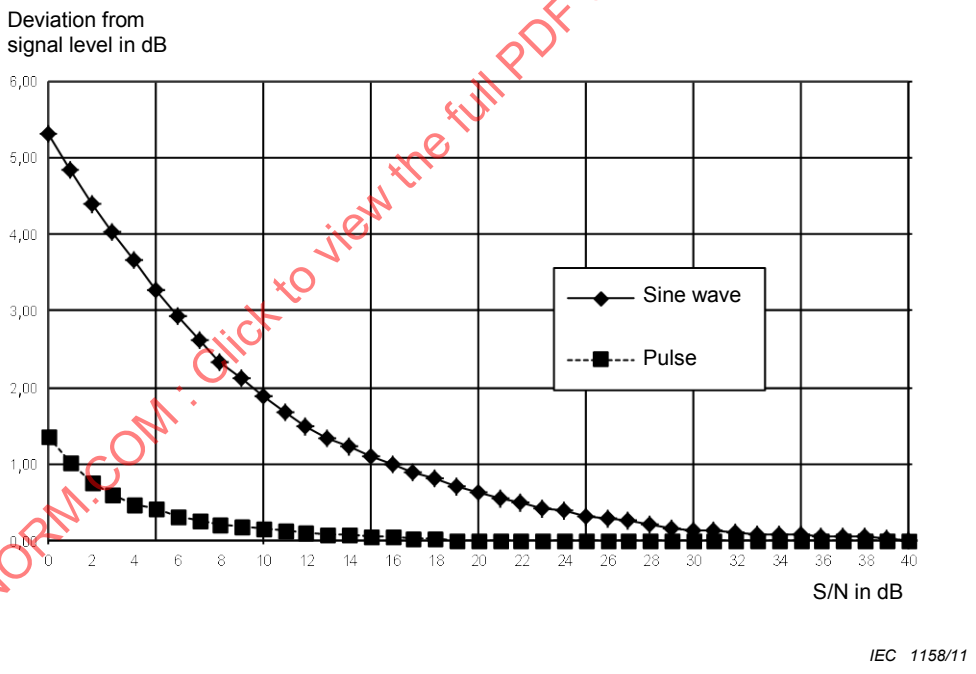


Figure A.1 – Deviation of the QP detector level indication from the signal level at receiver input for two cases, a sine-wave signal and an impulsive signal (PRF 100 Hz)

For radiated disturbance measurements in a FAR, an emission limit of 42 dB(μV/m) is assumed, resulting in S/N = 19 dB at 1 000 MHz. The deviation δV_{nf} is then estimated at between zero and +0,7 dB.

For radiated disturbance measurements from 1 GHz to 18 GHz, the frequency range is subdivided into:

– 1 GHz to 6 GHz, where the emission limits of CISPR 22 are taken into consideration, i.e. from 1 GHz to 3 GHz, an average limit of 50 dB(μV/m) and a peak limit of

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0 :2011

70 dB(μV/m) applies and from 3 GHz to 6 GHz an average limit of 54 dB(μV/m) and a peak limit of 74 dB(μV/m) applies, and

– 6 GHz to 18 GHz, where an average limit of 54 dB(μV/m) and peak limit of 74 dB(μV/m) are the assumed emission limits.

A system noise figure 10lg F_N = 6 dB is assumed up to 6 GHz. For the frequency range above 6 GHz, it is assumed that 10lg F_N = 4 dB, i.e. a preamplifier is mounted to the antenna port. Using data from Figure A.2 with minimum values of S/N = 22 dB below 6 GHz and 19 dB above 6 GHz, this results in deviations of up to 0,5 dB (below 6 GHz) and up to 0,8 dB (above 6 GHz).

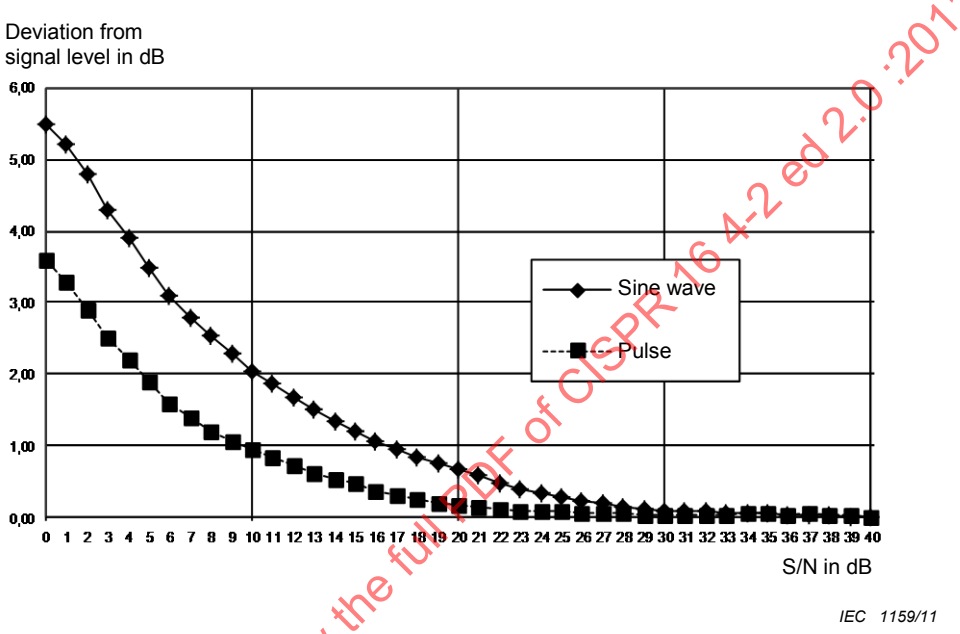
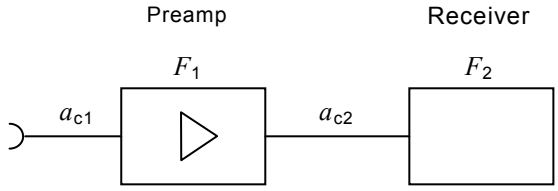


Figure A.2 – Deviation of the peak detector level indication from the signal level at receiver input for two cases, a sine-wave signal and an impulsive signal (PRF 100 Hz)

NOTE 7 The system noise figure N_{fsyst} is the noise figure of the system consisting of measuring receiver, preamplifier and connecting cable(s) as seen from the antenna port. It determines the noise floor and the signal-to-noise ratio for a signal at the limit level. F_1 and F_2 are the noise factors of preamplifier and measuring receiver, a_{c1} and a_{c2} are the attenuations in dB of the two connecting cables. G_1 = 10lg g_1 is the preamplifier gain in dB minus the attenuation a_{c2} ($G_1 = G_p - a_{c2}$). The noise figure N_{ftot} is the noise factor F_{tot} referenced to the preamplifier input in dB. In order to keep the system noise figure low, the attenuation A_{c1} of the connection between antenna port and preamplifier should be kept as low as possible. The system noise figure is illustrated with Equation (A.2) and Figure A.3.

$$F_{tot} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{g_1} \quad , \quad N_{ftot} = 10\lg F_{tot} \quad , \quad N_{fsyst} = a_{c1} + N_{ftot} \tag{A.2}$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011



Key

a_{c1} and a_{c2} attenuations of the connecting cable

F_1 and F_2 noise factor of the preamplifier and the measuring receiver, respectively

Figure A.3 – Illustration of system noise figure

A6) When a conversion factor (voltage division factor for an AMN, AAN, VP and CVP, transfer admittance of a current probe, absorbing clamp factor and antenna factor) is calculated by interpolation between frequencies at which calibration data is available, the uncertainty associated with that conversion factor depends on the frequency interval between calibration points and the variability of conversion factor with frequency. Plotting calibrated conversion factor versus frequency helps visualise the factor changes.

The estimate of the correction $\delta F_{\mathrm{AMN}f}$, $\delta F_{\mathrm{VP}f}$, $\delta F_{\mathrm{AAN}f}$, $\delta F_{\mathrm{CVP}f}$, $\delta Y_{\mathrm{T}f}$ for voltage division factor and transfer admittance interpolation error is zero, with a rectangular probability distribution having a half-width of 0,1 dB.

The estimate of the correction $\delta F_{\mathrm{AC}f}$ for absorbing clamp factor interpolation error is zero, with a rectangular probability distribution having a half-width of 0,2 dB.

The estimate of the correction $\delta F_{\mathrm{a}f}$ for antenna factor interpolation error is zero, with a rectangular probability distribution having a half-width of 0,3 dB.

NOTE 8 At any frequency for which a calibrated conversion factor is available, the correction $\delta F_{\mathrm{x}f}$ does not need to be considered.

A7) Mismatch uncertainty

a) General

In general, the receiver port of an AMN, absorbing clamp, antenna or other ancillary equipment will be connected to port 1 of a two-port network whose port 2 is terminated by a receiver of reflection coefficient Γ_{r}. The two-port network, which might be a cable, attenuator, attenuator and cable in tandem, or some other combination of components, can be represented by its S-parameters. The mismatch correction is then

$$\delta M = 20 \lg\left[(1-\Gamma_{\mathrm{e}} S_{11})(1-\Gamma_{\mathrm{r}} S_{22}) - S_{21}^2 \Gamma_{\mathrm{e}} \Gamma_{\mathrm{r}}\right] \quad \text{(A.3)}$$

where Γ_{e} is the reflection coefficient looking into the receiver port of the AMN or absorbing clamp with the EUT connected, or looking into the output port of the antenna when it is set up for disturbance measurement. All parameters are referenced to 50 Ω. Background is provided in [13].

When only the magnitudes, or extremes of magnitudes, of the parameters are known, it is not possible to calculate δM, but its extreme values $\delta M^{\pm}$ are not greater than

$$\delta M^{\pm} = 20 \lg\left[1 \pm \left(|\Gamma_{\mathrm{e}}||S_{11}| + |\Gamma_{\mathrm{r}}||S_{22}| + |\Gamma_{\mathrm{e}}||\Gamma_{\mathrm{r}}||S_{11}||S_{22}| + |\Gamma_{\mathrm{e}}||\Gamma_{\mathrm{r}}||S_{21}|^2\right)\right] \quad \text{(A.4)}$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

The probability distribution of δM is approximately U-shaped, with a width not greater than $(\delta M^+ - \delta M^-)$ and standard deviation not greater than the half-width divided by $\sqrt{2}$.

b) Conducted disturbance and disturbance power

For disturbance voltage and disturbance power measurements, Γ_e is bound by the attenuators specified in CISPR 16-1-2 (10 dB) and CISPR 16-1-3 (6 dB) respectively.

Therefore, a worst-case reflection coefficient magnitude of $|\Gamma_e| = 0{,}1$ is assumed for disturbance voltage and $|\Gamma_e| = 0{,}25$ for disturbance power measurements. It is also assumed that the connection to the receiver is made using a well-matched cable ($|S_{11}| << 1$, $|S_{22}| << 1$) of negligible attenuation ($|S_{21}| \approx 1$) and that the receiver RF attenuation is set to 10 dB or more, for which the CISPR 16-1-1 tolerance of voltage standing wave ratio $s_{wr} \leq 1{,}2{:}1$ implies $|\Gamma_r| \leq 0{,}09$.

For disturbance voltage measurements with a voltage probe, a reflection coefficient of the voltage probe itself of $|\Gamma_e| = 1$ (due to the high source impedance) should be assumed. Therefore the minimum receiver RF attenuation should be 10 dB, which implies $|\Gamma_r| \leq 0{,}09$.

For disturbance current measurements with a current probe, a reflection coefficient of the current probe itself of $|\Gamma_e| = 1$ (due to the low source impedance) should be assumed. Therefore, the minimum receiver RF attenuation should be 10 dB, which implies $|\Gamma_r| \leq 0{,}09$.

c) Radiated disturbance

For radiated disturbance measurements below 1 GHz, an antenna specification of $s_{wr} \leq 2{,}0{:}1$ is assumed, implying $|\Gamma_e| \leq 0{,}33$. It is also assumed that the connection to the receiver is made using a well-matched cable ($|S_{11}| << 1$, $|S_{22}| << 1$) of negligible attenuation ($|S_{21}| \approx 1$) and that the receiver RF attenuation is 0 dB, for which the CISPR 16-1-1 tolerance of $s_{wr} \leq 2{,}0{:}1$ implies $|\Gamma_r| \leq 0{,}33$.

For radiated disturbance measurements above 1 GHz, an antenna specification of $s_{wr} \leq 2{,}0{:}1$ is assumed, implying $|\Gamma_e| \leq 0{,}33$. It is also assumed that the connection to the receiver is made using a well-matched cable ($|S_{11}| << 1$, $|S_{22}| << 1$) of minimum attenuation of 1 dB at 1 GHz ($|S_{21}| \approx 0{,}9$) and that the receiver RF attenuation is 0 dB, for which the CISPR 16-1-1 tolerance of $s_{wr} \leq 3{,}0{:}1$ implies $|\Gamma_r| \leq 0{,}50$.

If a preamplifier external to the receiver is used, then two mismatch uncertainties have to be considered, i.e. between antenna port and preamplifier input port and between preamplifier output port and receiver input port. For the preamplifier both input and output VSWR of $s_{wr} \leq 2{,}0{:}1$ are assumed. The use of an external preamplifier is taken into consideration in Annex E for the frequency range above 1 GHz. Usually, external preamplifiers are not used below 1 GHz, but if used, Annex E may be used as a model for uncertainty calculation.

The estimate of the correction δM is zero with a U-shaped probability distribution having width equal to the difference $(\delta M^+ - \delta M^-)$. Background is provided in [10] and [11].

NOTE 9 The expressions for δM and $\delta M^{\pm}$ show that mismatch error can be reduced by increasing the attenuation of the well-matched two-port network preceding the receiver. The penalty is a reduction in measurement sensitivity.

NOTE 10 For some antennas at some frequencies, the s_{wr} may be much greater than 2,0:1, e.g. 20:1 for biconical antennas at 30 MHz. Where this is the case, a 6-dB attenuator is recommended to limit the mismatch uncertainty and to take a lower S/N into account [see comment A5)].

NOTE 11 Precautions may be necessary to ensure that the impedance seen by the receiver complies with the CISPR 16-1-4 specification of $s_{wr} \leq 2{,}0{:}1$ when a complex antenna is used.

NOTE 12 If an AMN or absorbing clamp is calibrated with an attenuator connected permanently to its output port, the effect of the EUT impedance on the mismatch error will be reduced as the value of the

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed.2.0 :2011

attenuation increases, i.e. $|\Gamma_e| \leq |\Gamma_a| + 0{,}5 \times 10^{a/20}$, where $|\Gamma_a|$ and a are the reflection coefficient and the attenuation of the attenuator respectively, in dB.

NOTE 13 Additional considerations related to Equation (A.3): a) Due to non-existing or only weak correlation of the addends (summands, or terms in the sum), the linear addition may be replaced by the root sum square rule. b) Due to the usually small magnitude of the addends, a further approximation (where $\delta M^{\pm}$ is the half width of a U-shaped distribution) is applicable (see also [5] and [8]), yielding finally:

$$\delta M^{\pm} \approx 8{,}7\sqrt{(|\Gamma_e||S_{11}|)^2 + (|\Gamma_r||S_{22}|)^2 + (|\Gamma_e||\Gamma_r||S_{21}|^2)^2} \text{ dB}$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 4-2 ed 2.0 :2011

Annex B
(informative)

Basis for U_{cispr} values in Table 1, uncertainty budgets and rationale for conducted disturbance measurements

B.1 Uncertainty budget for conducted disturbance measurements at a mains port using an artificial mains network (AMN)

The measurand V is calculated using:

$$V = V_r + a_c + F_{AMN} + \delta F_{AMNf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_{AMN} + \delta D_{mains} + \delta V_{env} \quad \text{(B.1)}$$

Table B.1 – Conducted disturbance measurements from 9 kHz to 150 kHz using a 50 Ω/50 µH + 5 Ω AMN

Input quantity [a]	X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\,u(x_i)$ [b]
		dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading [A1)]	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: AMN-receiver [A2)]	a_c	± 0,1	k = 2	0,05
AMN voltage division factor [B1)]	F_{AMN}	± 0,2	k = 2	0,10
Receiver corrections:				
Sine wave voltage [A3)]	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response [A4)]	δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response [A4)]	δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity [A5)]	δV_{nf}	± 0,0		0,00
AMN VDF frequency interpolation [A6)]	δF_{AMNf}	± 0,1	Rectangular	0,06
Mismatch: AMN-receiver [A7)]	δM	± 0,07	U-shaped	0,05
AMN impedance [B2)]	δZ_{AMN}	+3,1/–3,6	Triangular	1,37
Effect of mains disturbance [B5)]	δD_{mains}	± 0,0		0,00
Effect of the environment [B19)]	δV_{env}	-	-	-

[a] Superscripts [e.g. [A1)]] correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and B.6).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(V)$ = 2 $u_c(V)$ = 3,83 dB

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

Table B.2 – Conducted disturbance measurements from 150 kHz to 30 MHz using a 50 Ω/50 µH AMN

Input quantity [a]	X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\,u(x_i)$ [b]
		dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading [A1)]	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: AMN-receiver [A2)]	a_c	± 0,1	k = 2	0,05
AMN voltage division factor [B1)]	F_{AMN}	± 0,2	k = 2	0,10
Receiver corrections:				
Sine wave voltage [A3)]	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response [A4)]	δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response [A4)]	δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity [A5)]	δV_{nf}	± 0,0		0,00
AMN VDF frequency interpolation [A6)]	δF_{AMNf}	± 0,1	Rectangular	0,06
Mismatch: AMN-receiver [A7)]	δM	± 0,07	U-shaped	0,05
AMN impedance [B2)]	δZ_{AMN}	+2,6/–2,7	Triangular	1,08
Effect of mains disturbance [B5)]	δD_{mains}	± 0,0		0,00
Effect of the environment [B19)]	δV_{env}		-	-

[a] Superscripts [e.g. [A1)]] correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and B.6).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(V) = 2u_c(V)$ = 3,44 dB

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

B.2 Uncertainty budget for conducted disturbance measurements at a mains port using a voltage probe (VP)

The measurand V is calculated using:

$$V = V_r + a_c + F_{VP} + \delta F_{VPf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_{vp} + \delta D_{mains} + \delta Z_{mains} + \delta V_{env} \quad \text{(B.2)}$$

Table B.3 – Conducted disturbance measurements from 9 kHz to 30 MHz using a VP

Input quantity [a]	X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\,u(x_i)$ [b]
		dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading A1)	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: VP-receiver A2)	a_c	± 0,1	k = 2	0,05
VP voltage division factor (VDF) B3)	F_{VP}	± 0,2	k = 2	0,10
Receiver corrections:				
Sine wave voltage A3)	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response A4)	δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response A4)	δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity A5)	δV_{nf}	± 0,0		0,00
VP VDF frequency interpolation A6)	δF_{VPf}	± 0,1	Rectangular	0,06
Mismatch: VP - receiver A7)	δM	+0,7/–0,8	U-shaped	0,53
VP impedance B4)	δZ_{VP}	± 0,5	Triangular	0,20
Effect of mains disturbances B5)	δD_{mains}	-	-	-
Effect of mains impedance when compared with AMN B5)	δZ_{mains}	± 30,0	Triangular	12,24
Effect of the environment B19)	δV_{env}	-	-	-

[a] Superscripts [e.g. A1)] correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and B.6).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty

$$U(V) = 2u_c(V) = \begin{cases} 2{,}91\text{dB} \\ 24{,}65\text{ dB, considering the effect of mains} \\ \text{impedance when compared with AMN} \end{cases}$$

NOTE The expanded uncertainty with effect of mains impedance when compared to AMN (i.e. 24,65 dB) is recommended to be considered when the emission limits are defined for the AMN test method. For in-situ measurements the comparison with the AMN does not apply, i.e. only the uncertainty of the voltage probe measurement (2,9 dB) applies. For in-situ tests, other input quantities (e.g. δD_{mains}, δV_{env}) may have to be considered.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

B.3 Uncertainty budget for conducted disturbance measurements at a telecommunication port using an asymmetrical artificial network (AAN)

The measurand V is calculated using:

$$V = V_r + a_c + F_{AAN} + \delta F_{AANf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_{AAN} + \delta a_{lcl} + \delta D_{AE} + \delta V_{env} \quad \text{(B.3)}$$

Table B.4 – Conducted disturbance measurements from 150 kHz to 30 MHz using an AAN

Input quantity [a]	X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\, u(x_i)$ [b]
		dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading A1)	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: AAN-receiver A2)	a_c	± 0,1	k = 2	0,05
AAN voltage division factor (VDF) B6)	F_{AAN}	± 0,2	k = 2	0,10
Receiver corrections:				
Sine wave voltage A3)	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response A4)	δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response A4)	δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity A5)	δV_{nf}	± 0,0		0,00
AAN VDF frequency interpolation A6)	δF_{AANf}	± 0,1	Rectangular	0,06
Mismatch: AAN - receiver A7)	δM	+0,7/–0,8	U-shaped	0,53
AAN asymmetric impedance B7)	δZ_{AAN}	+2,5/–2,0	Triangular	0,92
AAN longitudinal conversion loss B8)				
AAN with a_{LCL} = 55 … 40 dB [c]	δa_{LCL}	+3,0/-3,0	Triangular	1,22
AAN with a_{LCL} = 65 … 50 dB [c]	δa_{LCL}	+3,0/-4,5	Triangular	1,53
AAN with a_{LCL} = 75 … 60 dB [c]	δa_{LCL}	+3,0/-6,0	Triangular	1,84
Effect of AE disturbances B9)	δD_{AE}	± 0,2	Rectangular	0,12
Effect of the environment B19)	δV_{env}	-	-	-

[a] Superscripts [e.g. A1)] correspond to comments in the annexes (see A.2 and B.6).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

[c] a_{LCL} starts at 150 kHz with a value of 55 dB (respectively 65 dB or 75 dB), varies with frequency and reaches a value of 40 dB (respectively 50 dB or 60 dB) at 30 MHz.

Hence, expanded uncertainty

$$U(V) = 2u_c(V) = \begin{cases} 4{,}20\ \text{dB, for AAN with } a_{LCL} = 55...40\ \text{dB} \\ 4{,}59\ \text{dB, for AAN with } a_{LCL} = 65...50\ \text{dB} \\ 5{,}03\ \text{dB, for AAN with } a_{LCL} = 75...60\ \text{dB} \end{cases}$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0 :2011

B.4 Uncertainty budget for conducted disturbance measurements at a telecommunication port using a capacitive voltage probe (CVP)

The measurand V is calculated using:

$$V = V_r + a_c + F_{CVP} + \delta F_{CVPf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_{cvp} + \delta F_{cpos} + \delta F_{crad} + \delta D_{AE} + \delta Z_{AE} + \delta V_{env} \quad \text{(B.4)}$$

Table B.5 – Conducted disturbance measurements from 150 kHz to 30 MHz using a capacitive voltage probe (CVP)

Input quantity [a]	X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\, u(x_i)$ [b]
		dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading A1)	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: CVP-receiver A2)	a_c	± 0,1	k = 2	0,05
CVP voltage division factor (VDF) B10)	F_{CVP}	± 0,5	k = 2	0,25
Receiver corrections:				
Sine wave voltage A3)	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response A4)	δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response A4)	δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity A5)	δV_{nf}	± 0,0		0,00
CVP VDF frequency interpolation A6)	δF_{CVPf}	± 0,1	Rectangular	0,06
Mismatch: CVP to receiver A7)	δM	+0,7/–0,8	U-shaped	0,53
CVP impedance B11)	δZ_{CVP}	+1/-2	Rectangular	0,87
Effect of cable position on F_{cvp} B12)	δF_{cpos}	0,5	k = 1	0,5
Effect of cable radius on F_{cvp} B13)	δF_{crad}	0,76	k = 1	0,76
Effect of AE disturbances B14)	δD_{AE}	-	-	-
Effect of AE impedance B14)	δZ_{AE}	± 30	Triangular	12,24
Effect of the environment B19)	δV_{env}	-	-	-

[a] Superscripts (e.g. A1)) correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and B.6).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(V) = 2u_c(V) = \begin{cases} 3{,}85\,\text{dB} \\ 24{,}78\,\text{dB, considering the effect of AE impedance when compared with AAN} \end{cases}$

NOTE 1 Adjustments of capacitive voltage probe measurements using current probe measurements may have to be considered [see comment B18)].

NOTE 2 The expanded uncertainty with effect of AE impedance when compared to AAN (i.e. 24,78 dB) is recommended to be considered when the emission limits are defined for the AAN test method.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

B.5 Uncertainty budget for conducted disturbance measurements at a telecommunication port using a current probe (CP)

The measurand I is calculated using:

$$I = V_r + a_c + Y_T + \delta Y_{Tf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_{cp} + \delta D_{AE} + \delta Z_{AE} + \delta I_{env} \quad \text{(B.5)}$$

Table B.6 – Conducted disturbance measurements from 9 kHz to 30 MHz using a CP

Input quantity [a]	X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\,u(x_i)$ [b]
		dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading A1)	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: current probe-receiver A2)	a_c	± 0,1	k = 2	0,05
Current probe transfer admittance B15)	Y_T	± 0,3	k = 2	0,15
Receiver corrections:				
Sine wave voltage A3)	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response A4)	δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response A4)	δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity A5)	δV_{nf}	± 0,0		0,00
Transfer admittance frequency interpolation A6)	δY_{Tf}	± 0,1	Rectangular	0,06
Mismatch: current probe-receiver A7)	δM	+0,7/–0,8	U-shaped	0,53
Current probe insertion impedance B16)	δZ_{CP}	+0,1	Rectangular	0,06
Effect of AE disturbances B17)	δD_{AE}	-	-	-
Effect of AE impedance B17)	δZ_{AE}	± 30	Triangular	12,24
Effect of the environment B19)	δI_{env}	-	-	-

[a] Superscripts [e.g. A1)] correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and B.6).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(I) = 2u_c(I) = \begin{cases} 2{,}89\ \text{dB} \\ 24{,}65\ \text{dB, considering the effect of AE impedance when compared with AAN} \end{cases}$

NOTE The expanded uncertainty with effect of AE impedance when compared with AAN (i.e. 24,65 dB) is recommended to be considered when the emission limits are defined for the AAN test method.

B.6 Rationale for the estimates of input quantities specific to conducted disturbance measurement methods

B1) An estimate of the AMN voltage division factor F_{AMN} is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor.

B2) The impedance tolerance in CISPR 16-1-2 for a 50 Ω/50 µH + 5 Ω AMN or a 50 Ω/50 µH AMN requires the impedance magnitude to be within 20 % of the magnitude

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 : 2011

of the nominal impedance and within ± 11,5° of the nominal phase angle when the receiver port is terminated in 50 Ω.

It is assumed that the impedance presented by the AMN EUT port when the receiver port is terminated in 50 Ω lies within a circle centred on the nominal impedance on the complex-impedance plane, that circle having a radius of 20 % of the nominal impedance magnitude. This places a tolerance on the impedance phase commensurate with that on the impedance magnitude. The estimate of the correction δZ_{AMN} is zero with a probability distribution bounded by the extremes of all combinations of the constrained AMN impedance and unconstrained EUT impedance over the defined frequency range (see [9] for background information). A triangular probability distribution is assumed because there is only a small chance of encountering the particular combinations of frequency, AMN impedance and EUT impedance needed to produce those extremes.

NOTE If an adapter is used at the AMN EUT port to match the actual EUT power cord plug, then the impedance requirements called out in CISPR 16-1-2 are to be met at the EUT connection point (i.e. the adapter).

B3) An estimate of the voltage probe voltage division factor F_{vp} is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor.

B4) CISPR 16-1-2 defines the impedance of the voltage probe as 1 500 Ω with no tolerance. Available resistors have maximum tolerances of 5 %. In addition, a coupling capacitance of 10 nF should be taken into consideration which causes the voltage division factor to be frequency dependent. Furthermore, typical voltage probes have an input capacitance of up to 10 pF, appearing as a shunt capacitance.

B5) For measurements using an AMN, mains disturbances are assumed to be suppressed by the AMN itself or by additional filters, if necessary.

Voltage probes are applied without decoupling between EUT and the mains network. This is a large source of uncertainty (e.g. in in-situ tests). Both the impedance of the mains side and the disturbances from the mains side are unknown. It is not possible to provide estimates of the uncertainty due to the effects from the mains side. The user's experience and judgement is needed in actual measurements. Therefore an estimate of this input quantity is not provided.

If measurements with voltage probes are compared with measurements using an AMN, then the mains impedance Z_{mains} in comparison with the probe impedance Z_{vp} and the AMN impedance Z_{AMN} largely determines the result. Assuming a high EUT impedance, if $Z_{\mathrm{mains}} >> Z_{\mathrm{vp}}$ then the measurement result may be up to 30 times (approximately 30 dB) higher than the result using an AMN. Also, if $Z_{\mathrm{mains}} << Z_{\mathrm{AMN}}$, then the measured disturbance voltage is proportional to the factor $Z_{\mathrm{mains}}/Z_{\mathrm{AMN}}$. Factors as low as 1/30 (approximately –30 dB) may be possible, so, the impedance Z_{mains} becomes part of the instrumentation and the instrumentation uncertainty increases to ± 30 dB. Thus, a lower value of U_{cispr} for the measurement with a voltage probe in Table 1 does not justify a replacement of the AMN by the voltage probe.

B6) An estimate of the AAN voltage division factor F_{AAN} is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor.

B7) CISPR 16-1-2 defines the impedance of the AAN as 150 Ω with a magnitude tolerance of ± 20 Ω and a phase tolerance of ± 20°.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2:2011 Ed 2.0

B8) CISPR 16-1-2 provides examples of LCL requirements and CISPR 22 defines the frequency dependent LCLs with corner frequencies of 5 MHz and tolerances for the following cables:

Cat 3	55 dB falling to 40 dB at 30 MHz,	with a tolerance of ± 3 dB up to 30 MHz,
Cat 5	65 dB falling to 50 dB at 30 MHz,	≤ 2 MHz, the tolerance is ± 3 dB, > 2 MHz, the tolerance is –3 dB/+4,5 dB,
Cat 6	75 dB falling to 60 dB at 30 MHz,	≤ 2 MHz, the tolerance is ± 3 dB, > 2 MHz, the tolerance is –3 dB/+6 dB.

The AAN with 65 dB LCL is the most important AAN and its tolerance is therefore used for the definition of U_{cispr}. A calibration certificate with a lower deviation from the nominal LCL value together with a sufficiently low uncertainty will reduce the uncertainty contribution of the LCL.

B9) For the effect of AE disturbances, the lowest decoupling attenuation of 35 dB is assumed, together with an AE disturbance level equal to the EUT disturbance level.

B10) An estimate of the CVP voltage division factor F_{CVP} is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor. The uncertainty includes the calibration setup.

B11) The impedance includes the shunt capacitance that is specified as < 10 pF in CISPR 16-1-2. For an EUT source and load impedance equal to 50 Ω, the effect of the shunt capacitance is included in the voltage division factor. For 150 Ω, there is a loading effect of approximately -2 dB at 30 MHz.

B12) The effect of the cable position on the voltage division factor is shown in CISPR 16-1-2.

B13) The effect of the cable radius on the voltage division factor is shown in CISPR 16-1-2. In order to reduce the uncertainty, the voltage division factor could be calibrated as a function of cable radius or a table of corrections δF_{crad} may be supplied.

B14) CVPs are applied without decoupling between EUT and AE. This is a large source of uncertainty. Both the impedance of the AE side and disturbances from the AE side are unknown. It is not possible to provide estimates of the uncertainty due to effects on the AE side. The user's experience and judgement are needed in actual measurements. Therefore an estimate of this input quantity is not provided.

If measurements with CVPs are compared with measurements using an AAN, then the AE impedance Z_{AE} in comparison with the probe impedance Z_{CVP} and the AAN impedance Z_{AAN} largely determines the result. Assuming a high EUT impedance, if $Z_{AE} >> Z_{CVP}$ then the measurement result up to 30 times (approximately 30 dB) higher than the result using an AAN can be assumed. Also, if $Z_{AE} << Z_{AAN}$, then the measured disturbance voltage is proportional to the factor Z_{AE}/Z_{AAN}. Factors of as low as 1/30 (approximately –30 dB) are possible, so the impedance Z_{AE} becomes part of the instrumentation, and the instrumentation uncertainty increases to ± 30 dB. Thus, a lower value of U_{cispr} for the measurement with a capacitive voltage probe in Table 1 does not justify a replacement of the AAN by the capacitive voltage probe.

B15) The current probe correction factor is the logarithm of the transfer admittance $20\lg(Y_T) = 20\lg(1/Z_T)$ which is added to the voltage level to give the current level I in dB(μA). An estimate of the current probe correction factor Y_T is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 : 2011

B16) CISPR 16-1-2 requires that the current probe insertion impedance be below 1 Ω.

B17) Current probes are applied without decoupling between EUT and AE. This is a large source of uncertainty. Both the impedance of the AE side as well as disturbances from the AE side are unknown. It is not possible to provide estimates of the uncertainty due to effects on the AE side. The user's experience and judgement are needed in actual measurements. Therefore an estimate of this input quantity is not provided.

If measurements with current probes are compared with measurements using an AMN, then the mains impedance Z_{mains} in comparison with the AMN impedance Z_{AMN} largely determines the result. Assuming a high EUT impedance, if $Z_{mains} << Z_{AMN}$, then a measurement result up to 30 times (approximately 30 dB) higher than the result using an AMN is possible. Also, if $Z_{mains} >> Z_{AMN}$, then the measured disturbance current is proportional to the factor Z_{mains}/Z_{AMN}. Factors of as low as 1/30 (approximately -30 dB) are possible. The impedance Z_{mains} then becomes part of the instrumentation, and the instrumentation uncertainty increases to ± 30 dB. A lower value of U_{cispr} for the measurement with a current probe in Table 1 therefore does not justify a replacement of the AMN by the current probe.

Similar considerations apply for a comparison of current probe measurements with measurements using an AAN. In this case Z_{mains} is to be replaced by Z_{tn} (impedance of the telecommunication network) and Z_{AMN} is to be replaced by Z_{AAN}.

B18) When the disturbance voltage measured with a capacitive voltage probe is adjusted by the current margin which includes measurement results of the disturbance current as required in C.1.3 of CISPR 22:2008, then the uncertainty of the adjusted voltage is slightly increased by those input quantities of the disturbance current uncertainty, that are not common to the uncertainty for the capacitive voltage probe measurement. The following additional input quantities may have to be considered: Uncertainty of the CP transfer admittance Y_T and mismatch uncertainty CP-receiver δM. Assuming that the same measuring receiver is used for both measurements and taking the values for Y_T (0,15 dB) and δM (0,53 dB) from Table B.6, U_{cispr} becomes 4,0 instead of 3,85.

B19) The effect of the environment (test site, ground loops, effect of magnetic fields, imperfect grounding of the ancillary equipment etc.) is to some extent included in CISPR 16-2-1 and CISPR 16-4-1. It cannot be generally quantified. A reference source can be used to determine the magnitude of this input quantity for a single EUT, but not for a system consisting of multiple units.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0:2011

Annex C
(informative)

Basis for U_{cispr} values in Table 1 – Disturbance power measurements

C.1 Uncertainty budget for disturbance power measurements

The measurand P is calculated using:

$$P = V_r + a_c + F_{AC} + \delta F_{ACf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta D_{mains} + \delta P_{env} \quad \text{(C.1)}$$

Table C.1 – Disturbance power from 30 MHz to 300 MHz

Input quantity [a]	X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\,u(x_i)$ [b]
		dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading A1)	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: absorbing clamp-receiver A2)	a_c	± 0,2	k = 2	0,10
Clamp factor of absorbing clamp C1)	F_{AC}	± 3,0	k = 2	1,50
Receiver corrections:				
Sine wave voltage A3)	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response A4)	δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response A4)	δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity A5)	δV_{nf}	± 0,0		0,00
Clamp factor frequency interpolation A6)	δF_{ACf}	± 0,2	Rectangular	0,12
Mismatch: Absorbing clamp-receiver A7)	δM	+0,19/ –0,20	U-shaped	0,14
Effect of mains disturbances C2)	δD_{mains}	± 0,0		0,00
Effect of environment C3)	δP_{env}	± 2,5	Triangular	1,02

[a] Superscripts [e.g. A1)] correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and C.2).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(P) = 2u_c(P)$ = 4,52 dB

C.2 Rationale for the estimates of input quantities specific to the disturbance power measurement method

C1) An estimate of the clamp factor (original) F_{AC} of the absorbing clamp (see CISPR 16-1-3) is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor.

C2) Mains disturbances that are inadequately isolated from the absorbing clamp current transformer may affect the receiver reading. Fixing ferrite absorber along the mains cord near the mains supply, or using an AMN to provide a filtered mains supply, may be necessary to reduce the effect of mains disturbances.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

It is assumed that any mains disturbances are negligible, or their effect has been reduced to a negligible amount by appropriate suppression measures. The estimate of the correction δD_{mains} is zero with an uncertainty of zero.

NOTE If mains disturbances are not negligible and their effect on the receiver reading has not been reduced adequately by appropriate suppression measures, then a non-zero estimate of the correction and its uncertainty should be included.

C3) Measurements of disturbance power using an absorbing clamp are sensitive to the surrounding environment, including the nature and proximity of room surfaces. CISPR 16-1-3 specifies a validation method that allows deviations of up to ± 2,5 dB from the reference test site.

The estimate of the correction δP_{env} is zero with a deviation of 2,5 dB. A triangular probability distribution is assumed because there is only a small chance of reaching maximum deviation.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 4-2 ed 2.0 :2011

Annex D
(informative)

Basis for U_{cispr} values in Table 1 – Radiated disturbance measurements from 30 MHz to 1 000 MHz

D.1 Uncertainty budgets for radiated disturbance measurements of electric field strength at an OATS or in a SAC

The measurand E is calculated using:

$$E = V_r + a_c + F_a + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta F_{af} + \delta F_{ah} + \delta F_{adir} + \delta F_{aph} + \delta F_{acp} + \delta F_{abal} + \delta A_N + \delta A_{NT} + \delta d + \delta h + \delta E_{amb} \quad \text{(D.1)}$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 4-2 ed 2.0 :2011

Table D.1 – Horizontally polarized radiated disturbances from 30 MHz to 200 MHz using a biconical antenna at a distance of 3 m, 10 m, or 30 m

Input quantity [a]		X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\,u(x_i)$ [b]
			dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading [A1)]		V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: antenna-receiver [A2)]		a_c	± 0,2	k = 2	0,10
Biconical antenna factor [D1)]		F_a	± 2,0	k = 2	1,00
Receiver corrections:					
Sine wave voltage [A3)]		δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response [A4)]		δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response [A4)]		δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity [A5)]		δV_{nf}	+0,5/0,0	Rectangular	0,29
Mismatch: antenna-receiver [A7)]		δM	+0,9/–1,0	U-shaped	0,67
Biconical antenna corrections:					
AF frequency interpolation [A6)]		δF_{af}	± 0,3	Rectangular	0,17
AF variation with height [D2)]		δF_{ah}	± 1,0	Rectangular	0,58
Directivity difference [D3)] at	3 m	δF_{adir}	± 0,0		0,00
	or 10 m	δF_{adir}	± 0,0		0,00
	or 30 m	δF_{adir}	± 0,0		0,00
Phase centre location [D4)] at	3 m	δF_{aph}	± 0,0		0,00
	or 10 m	δF_{aph}	± 0,0		0,00
	or 30 m	δF_{aph}	± 0,0		0,00
Cross-polarization [D5)]		δF_{acp}	± 0,0		0,00
Balance [D6)]		δF_{abal}	± 0,3	Rectangular	0,17
Site corrections:					
Site imperfections [D7)]		δA_N	± 4,0	Triangular	1,63
Separation distance [D8)] at	3 m	δd	± 0,3	Rectangular	0,17
	or 10 m	δd	± 0,1	Rectangular	0,06
	or 30 m	δd	± 0,0		0,00
Effect of setup table material [D10)]		δA_{NT}	± 0,0		0,00
Table height [D9)] at	3 m	δh	± 0,1	k = 2	0,05
	or 10 m	δh	± 0,1	k = 2	0,05
	or 30 m	δh	± 0,1	k = 2	0,05
Effect of ambient noise on OATS [D13)]		δE_{amb}	± 0,0		0,00

[a] Superscripts [e.g. [A1)]] correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and D.3).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(E) = 2u_c(E) = \begin{cases} 5{,}06\ \text{dB, at a separation of 3 m} \\ 5{,}05\ \text{dB, at a separation of 10 m} \\ 5{,}05\ \text{dB, at a separation of 30 m} \end{cases}$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

Table D.2 – Vertically polarized radiated disturbances from 30 MHz to 200 MHz using a biconical antenna at a distance of 3 m, 10 m, or 30 m

Input quantity [a]		X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\,u(x_i)$ [b]
			dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading [A1)]		V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: antenna-receiver [A2)]		a_c	± 0,2	k = 2	0,10
Biconical antenna factor [D1)]		F_a	± 2,0	k = 2	1,00
Receiver corrections:					
Sine wave voltage [A3)]		δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response [A4)]		δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response [A4)]		δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity [A5)]		δV_{nf}	+0,5/0,0	Rectangular	0,29
Mismatch: antenna-receiver [A7)]		δM	+0,9/–1,0	U-shaped	0,67
Biconical antenna corrections:					
AF frequency interpolation [A6)]		δF_{af}	± 0,3	Rectangular	0,17
AF variation with height [D2)]		δF_{ah}	± 0,3	Rectangular	0,17
Directivity difference [D3)] at 3 m <130 MHz		δF_{adir}	± 0,5	Rectangular	0,29
Directivity difference at 3 m >130 MHz		δF_{adir}	± 1,0	Rectangular	0,58
Directivity difference at	3 m with tilting	δF_{adir}	± 0,5	Rectangular	0,29
	or 10 m	δF_{adir}	± 0,25	Rectangular	0,14
	or 30 m	δF_{adir}	± 0,1	Rectangular	0,06
Phase centre location [D4)] at	3 m	δF_{aph}	± 0,0		0,00
	or 10 m	δF_{aph}	± 0,0		0,00
	or 30 m	δF_{aph}	± 0,0		0,00
Cross-polarization [D5)]		δF_{acp}	± 0,0		0,00
Balance [D6)]		δF_{abal}	± 0,9	Rectangular	0,52
Site corrections:					
Site imperfections [D7)]		δA_N	± 4,0	Triangular	1,63
Separation distance [D8)] at	3 m	δd	± 0,3	Rectangular	0,17
	or 10 m	δd	± 0,1	Rectangular	0,06
	or 30 m	δd	± 0,0		0,00
Effect of setup table material [D10)]		δA_{NT}	± 0,0		0,0
Table height [D9)] at	3 m	δh	± 0,1	k = 2	0,05
	or 10 m	δh	± 0,1	k = 2	0,05
	or 30 m	δh	± 0,1	k = 2	0,05
Effect of ambient noise on OATS [D13)]		δE_{amb}	± 0,0		0,00

[a] Superscripts [e.g. [A1)]] correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and D.3).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(E) = 2u_c(E) =$
- 5,07 dB, at a separation of 3 m (with tilting)
- 5,17 dB, at a separation of 3 m (without tilting)
- 5,03 dB, at a separation of 10 m
- 5,02 dB, at a separation of 30 m

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0:2011

Table D.3 – Horizontally polarized radiated disturbances from 200 MHz to 1 GHz using an LPDA antenna at a distance of 3 m, 10 m, or 30 m

Input quantity [a]		X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\,u(x_i)$ [b]
			dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading A1)		V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: antenna-receiver A2)		a_c	± 0,2	k = 2	0,10
LPDA antenna factor D1)		F_a	± 2,0	k = 2	1,00
Receiver corrections:					
Sine wave voltage A3)		δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response A4)		δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response A4)		δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity A5)		δV_{nf}	+1,1/0,0	Rectangular	0,63
Mismatch: antenna-receiver A7)		δM	+0,9/–1,0	U-shaped	0,67
LPDA antenna corrections:					
AF frequency interpolation A6)		δF_{af}	± 0,3	Rectangular	0,17
AF variation with height D2)		δF_{ah}	± 0,3	Rectangular	0,17
Directivity difference D3) at	3 m	δF_{adir}	± 1,0	Rectangular	0,58
Directivity difference at	3 m with tilting	δF_{adir}	± 0,5	Rectangular	0,29
	or 10 m	δF_{adir}	± 0,2	Rectangular	0,12
	or 30 m	δF_{adir}	± 0,1	Rectangular	0,06
Phase centre location D4) at	3 m	δF_{aph}	± 1,0	Rectangular	0,58
	or 10 m	δF_{aph}	± 0,3	Rectangular	0,17
	or 30 m	δF_{aph}	± 0,1	Rectangular	0,06
Cross-polarization D5)		δF_{acp}	± 0,9	Rectangular	0,52
Balance D6)		δF_{abal}	± 0,0		0,00
Site corrections:					
Site imperfections D7)		δA_N	± 4,0	Triangular	1,63
Separation distance D8) at	3 m	δd	± 0,3	Rectangular	0,17
	or 10 m	δd	± 0,1	Rectangular	0,06
	or 30 m	δd	± 0,0		0,00
Effect of setup table material D10)		δA_{NT}	± 0,5	Rectangular	0,29
Table height D9) at	3 m	δh	± 0,1	k = 2	0,05
	or 10 m	δh	± 0,1	k = 2	0,05
	or 30 m	δh	± 0,1	k = 2	0,05
Near-field effects D11) at	3 m	δA_{NNF}	± 0,0	Triangular	0,00
Effect of ambient noise on OATS D13)		δE_{amb}	± 0,0		0,00

[a] Superscripts [e.g. A1)] correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and D.3).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(E) = 2u_c(E) =$
- 5,24 dB, at a separation of 3 m (with tilting)
- 5,34 dB, at a separation of 3 m (without tilting)
- 5,21 dB, at a separation of 10 m
- 5,19 dB, at a separation of 30 m

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2:2011/Amd 2:2011

Table D.4 – Vertically polarized radiated disturbances from 200 MHz to 1 GHz using an LPDA antenna at a distance of 3 m, 10 m, or 30 m

Input quantity [a]		X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\,u(x_i)$ [b]
			dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading [A1)]		V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: antenna-receiver [A2)]		a_c	± 0,2	k = 2	0,10
LPDA antenna factor [D1)]		F_a	± 2,0	k = 2	1,00
Receiver corrections:					
Sine wave voltage [A3)]		δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response [A4)]		δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response [A4)]		δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity [A5)]		δV_{nf}	+1,1/0,0	Rectangular	0,63
Mismatch: antenna-receiver [A7)]		δM	+0,9/–1,0	U-shaped	0,67
LPDA antenna corrections:					
AF frequency interpolation [A6)]		δF_{af}	± 0,3	Rectangular	0,17
AF variation with height [D2)]		δF_{ah}	± 0,1	Rectangular	0,06
Directivity difference [D3)] at	3 m	δF_{adir}	± 3,2	Rectangular	1,80
	3 m with tilting	δF_{adir}	± 0,75	Rectangular	0,43
	or 10 m	δF_{adir}	± 0,5	Rectangular	0,29
	or 30 m	δF_{adir}	± 0,15	Rectangular	0,09
Phase centre location [D4)] at	3 m	δF_{aph}	± 1,0	Rectangular	0,58
	or 10 m	δF_{aph}	± 0,3	Rectangular	0,17
	or 30 m	δF_{aph}	± 0,1	Rectangular	0,06
Cross-polarization [D5)]		δF_{acp}	± 0,9	Rectangular	0,52
Balance [D6)]		δF_{abal}	± 0,0	Rectangular	0,00
Site corrections:					
Site imperfections [D7)]		δA_N	± 4,0	Triangular	1,63
Separation distance [D8)] at	3 m	δd	± 0,3	Rectangular	0,17
	or 10 m	δd	± 0,1	Rectangular	0,06
	or 30 m	δd	± 0,0		0,00
Effect of setup table material [D10)]		δA_{NT}	± 0,5	Rectangular	0,29
Table height [D9)] at	3 m	δh	± 0,1	k = 2	0,05
	or 10 m	δh	± 0,1	k = 2	0,05
	or 30 m	δh	± 0,1	k = 2	0,05
Near-field effects [D11)] at	3 m	δA_{NNF}	± 0,0	Triangular	0,00
Effect of ambient noise on OATS [D13)]		δE_{amb}	±0,0		0,00

[a] Superscripts [e.g. [A1)]] correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and D.3).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(E) = 2u_c(E) =$
- 5,26 dB, at a separation of 3 m (with tilting)
- 6,32 dB, at a separation of 3 m (without tilting)
- 5,22 dB, at a separation of 10 m
- 5,18 dB, at a separation of 30 m

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0:2011

D.2 Uncertainty budgets for radiated disturbance measurements of electric field strength in a fully anechoic room (FAR)

The measurand E is calculated using:

$$E = V_r + a_c + F_a + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta F_{af} + \delta F_{ah} + \delta F_{adir} + \delta F_{aph} + \delta F_{acp} + \delta F_{abal} + \delta A_N + \delta A_{NT} + \delta d + \delta h \quad \text{(D.2)}$$

Table D.5 – Radiated disturbance measurements from 30 MHz to 200 MHz using a biconical antenna in a FAR at a distance of 3 m

Input quantity [a]	X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\, u(x_i)$ [b]
		dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading [A1)]	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: antenna-receiver [A2)]	a_c	± 0,2	k = 2	0,10
Biconical antenna factor [D1)]	F_a	± 2,0	k = 2	1,00
Receiver corrections:				
Sine wave voltage [A3)]	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response [A4)]	δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response [A4)]	δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity [A5)]	δV_{nf}	+0,5/0,0	Rectangular	0,29
Mismatch: antenna-receiver [A7)]	δM	+0,9/–1,0	U-shaped	0,67
Biconical antenna corrections:				
AF frequency interpolation [A6)]	δF_{af}	± 0,3	Rectangular	0,17
AF variation due to FAR influence [D2)]	δF_{ah}	± 0,5	Rectangular	0,29
Directivity difference [D3)]	δF_{adir}	± 0,5	Rectangular	0,29
Phase centre location [D4)]	δF_{aph}	± 0,0		0,00
Cross-polarization [D5)]	δF_{acp}	± 0,0		0,00
Balance [D6)]	δF_{abal}	± 0,5	Rectangular	0,29
Site corrections:				
Site imperfections [D7)]	δA_N	± 4,0	Triangular	1,63
Effect of setup table material [D10)]	δA_{NT}	± 0,0	Rectangular	0,00
Separation distance [D8)]	δd	± 0,3	Rectangular	0,17
Table height [D9)]	δh	± 0,0	k = 2	0,00

[a] Superscripts [e.g. [A1)]] correspond to numbered comments in the annexes, see A.2 and D.3.

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(E)$ = $2u_c(E)$ = 5,01 dB

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

Table D.6 – Radiated disturbance measurements from 200 MHz to 1 000 MHz using an LPDA antenna in a FAR at a distance of 3 m

Input quantity [a]	X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\ u(x_i)$ [b]
		dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading [A1)]	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: antenna-receiver [A2)]	a_c	± 0,2	k = 2	0,10
LPDA antenna factor [D1)]	F_a	± 2,0	k = 2	1,00
Receiver corrections:				
Sine wave voltage [A3)]	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Pulse amplitude response [A4)]	δV_{pa}	± 1,5	Rectangular	0,87
Pulse repetition rate response [A4)]	δV_{pr}	± 1,5	Rectangular	0,87
Noise floor proximity [A5)]	δV_{nf}	+0,7/0,0	Rectangular	0,40
Mismatch: antenna-receiver [A7)]	δM	+0,9/–1,0	U-shaped	0,67
LPDA antenna corrections:				
AF frequency interpolation [A6)]	δF_{af}	± 0,3	Rectangular	0,17
AF variation due to FAR influence [D2)]	δF_{ah}	± 0,0	Rectangular	0,00
Directivity difference [D3)]	δF_{adir}	± 1,0	Rectangular	0,58
Phase centre location [D4)]	δF_{aph}	± 1,0	Rectangular	0,58
Cross-polarization [D5)]	δF_{acp}	± 0,9	Rectangular	0,52
Balance [D6)]	δF_{abal}	± 0,0	Rectangular	0,00
Site corrections:				
Site imperfections [D7)]	δA_N	± 4,0	Triangular	1,63
Effect of setup table material [D10)]	δA_{NT}	± 0,5	Rectangular	0,29
Separation distance [D8)]	δd	± 0,3	Rectangular	0,17
Table height [D9)]	δh	± 0,1	k = 2	0,05

[a] Superscripts [e.g. [A1)]] correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and D.3).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(E) = 2u_c(E)$ = 5,34 dB

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

D.3 Rationale for the estimates of input quantities specific to radiated disturbance measurement methods from 30 MHz to 1 000 MHz

D1) An estimate of the free-space antenna factor F_a is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor. In Tables D.1 through D.6 the expanded uncertainty was assumed to be 2 dB with a coverage factor of 2.

D2) The antenna factor varies due to mutual coupling of the antenna with its image in a ground plane. When an antenna is scanned in height above a well conducting ground plane, the average antenna factor is close in magnitude to the free-space antenna factor, F_a. The height scan should be at least half a wavelength with readings taken at intervals of one eighth of a wavelength or less, with the lowest height greater than a third of a wavelength. The effect of mutual impedance is most sensitive for tuned dipoles. Assuming that the longest dipole is tuned at 80 MHz, a height of no more than 4 m is required. The correction δF_{ah} is the deviation from F_a. If δF_{ah} varies significantly over the frequency range, either the correction is applied for each frequency range or δF_{ah} is applied for each frequency range as a source of uncertainty. In general, the correction δF_{ah} decreases as the frequency increases and it becomes negligible above 300 MHz. Also, some influence of a FAR on the antenna factor has been taken into account (see Table D.5 and Table D.6).

The estimate of the correction δF_{ah} is zero with a rectangular probability distribution having a half-width evaluated from the behaviour of biconical and LPDA antenna factor with height, respectively, due to the influence of walls of a FAR.

A method for evaluating the influence of FAR walls on the AF of a biconical antenna is to use a pair of small broadband biconical antennas as substitution for a pair of normal biconical antennas, and compare the site insertion losses with the small and the normal biconical antennas to that on an open site. Another method could be modelling.

NOTE 1 If a dipole is the measuring antenna or at frequencies above 300 MHz, the correction δF_{ah} does not need to be considered.

D3) CISPR 16-1-4 requires the responses of a complex antenna in the direction of the direct ray, and in the direction of the ground-reflected ray to be taken into account and, if the systematic error would exceed 1 dB, to tilt the complex antenna downwards such that both the direct and reflected rays are within the 3 dB beamwidth of the antenna. If tilting is not applied, the reduction in received signal level may need to be corrected, particularly at measurement distances of less than 10 m. If the effect of directivity is $-x_i$ dB for an antenna having a non-uniform pattern in the vertical plane, then x_i can be used to calculate the correction factor and the uncertainty. The correction δF_{adir} for the effect of directivity is 0 dB for an antenna having a uniform pattern in the vertical plane and between 0 dB and $+x_i$ dB for an antenna having a non-uniform pattern in the vertical plane. CISPR 16-1-4 gives guidance on the maximum allowable gain for biconical, LPDA and hybrid antennas [see comment D12)] for which the values of x_i apply.

A horizontally-polarized biconical antenna is assumed to have a uniform pattern in the vertical plane. A vertically polarized biconical antenna and a horizontally or vertically polarized LPDA antenna were assumed to require a correction δF_{adir} of up to $+x_i/2$ dB at separations of 3 m and 10 m, but not more than +0,15 dB at a separation of 30 m. The uncertainty of the correction x_i dB is given in Tables D.2, D.3 and D.4 for horizontally aligned antennas and tilted antennas.

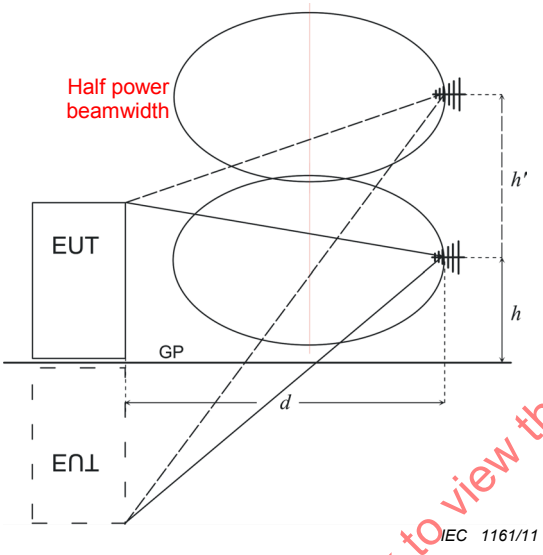
For horizontally aligned LPDA antennas **without tilting,** showing a non-uniform pattern at 3 m distance, it is recommended that δF_{adir} for the antenna height of maximum emission known from the actual measurement is evaluated, and that the uncertainty from the angles due to the EUT height is estimated. It is also recommended that a table of correction factors depending on antenna height for the antenna in use is established.

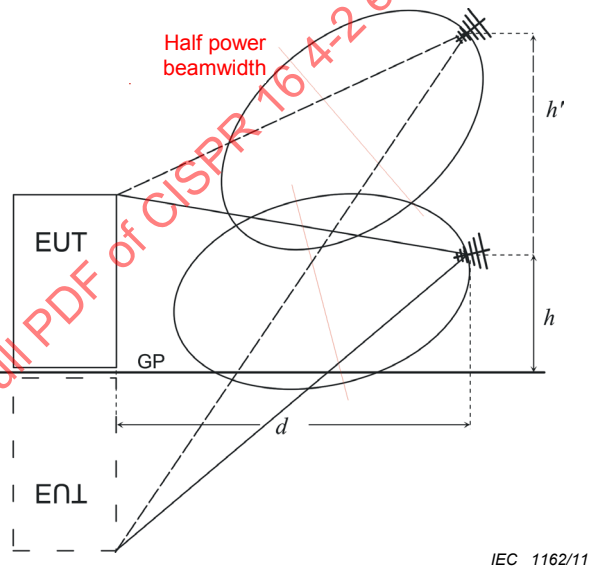
For example, in the case of Figure D.1, the correction factor δF_{adir} for a typical LPDA antenna at a height of 1 m, at 3 m distance in vertical polarization, based on the

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0 :2011

antenna radiation pattern, will be +1,5 dB with a range of uncertainty from +1,5 dB to –3,0 dB. This will have a higher probability density in the range from +1,5 dB to 0 dB corresponding to a rectangular distribution of approximately ± 2,5 dB, and δF_{adir} will be 4,5 dB at an antenna height of 2,5 m. This is assumed to be the maximum antenna height practically reached at frequencies above 200 MHz at measurement distances of 3 m with a range of uncertainty from +3,0 dB to –3,5 dB having an approximately rectangular probability distribution corresponding to a rectangular distribution of approximately ± 3,2 dB. So, in total, the uncertainty due to directivity $u(x_i)$ = 1,8 dB, which is much higher than the uncertainty with tilting.

For a vertically polarized antenna with non-uniform pattern **with optimum tilting**, a correction δF_{adir} of up to $+x_i/2$ dB is assumed at separations of 3 m. Thus, the estimate of the correction δF_{adir} is $+x_i/2$ dB with a rectangular probability distribution of the uncertainty, having a half-width of $+x_i/2$ dB. For example, for vertically polarized LPDA antennas in a geometry as in Figure D.2, x_i equals approx. 1,5 dB. Consequently, the uncertainty $u(x_i)$ = 0,43 dB.





Legend

GP Ground plane

d = 3 m, h = 1 m, h' = 2,5 m, EUT height = 1,5 m

Figure D.1 – Effect of antenna directivity without tilting

Figure D.2 – Effect of antenna directivity with optimum tilting

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

The method described above may be replaced by the values found in [7], if the EUT type and antenna directivities are comparable with the assumptions in that document.

For measurements in a FAR, no reflections occur and hence no tilting is required. However, depending on the EUT size, at 3 m distance, an effect of the antenna directivity, and a correction factor, need to be considered, and its associated uncertainty applied. For example for an LPDA antenna in vertical polarization, the correction factor is +0,5 dB with an uncertainty of ± 0,5 dB.

NOTE 2 In Tables D.5 and D.6 the correction of δF_{adir} is $+x_i/2$ dB for vertical polarization with an EUT height of 1,5 m. The value is positive because it represents only loss of signal.

NOTE 3 The use of antennas with high directivity at measurement distances of 3 m with a reflecting ground plane is not needed. These antennas were developed to achieve a higher S/N at frequencies from 200 MHz to 1 000 MHz. If broadband dipoles were used, the effect of directivity would be minimized.

D4) The correction δF_{aph} for phase centre location is negligible for a biconical antenna, but the change in phase-centre location with frequency for an LPDA antenna causes a deviation from the required measurement distance.

For an LPDA antenna, the estimate of the correction δF_{aph} is zero with a rectangular probability distribution, having a half-width evaluated by considering the effect of an error of ± 0,35 m in the separation, and assuming that field strength is inversely proportional to separation.

NOTE 4 If a tuned dipole is the measuring antenna, the correction δF_{aph} is negligible.

NOTE 5 For hybrid antennas, the error will increase if no correction δF_{aph} for the systematic effect is applied [see comment D12)].

D5) The cross-polarization response of a biconical antenna is considered to be negligible. The estimate of the correction δF_{acp} for cross-polarization response of an LPDA antenna is zero with a rectangular probability distribution having a half-width of 0,9 dB, corresponding to the CISPR 16-1-4 cross-polarization response tolerance of –20 dB. The assumption behind 0,9 dB is that both horizontal and vertical E field vectors may be equal and then the cross-polar vector suppression of 20 dB causes the cross-polar field component being measured.

NOTE 6 If a dipole is used as the measuring antenna, the correction δF_{acp} is negligible.

D6) The effect of the antenna unbalance is greatest when the input coaxial cable is aligned parallel to the antenna elements. The estimate of the correction δF_{abal} for antenna unbalance is zero with a rectangular probability distribution having a half-width evaluated from the performance of commercially available antennas. A balun DM/CM conversion check as described in CISPR 16-1-4 may be applied to evaluate the amount of uncertainty for an OATS/SAC. In a FAR, the DM/CM conversion check will result in a smaller unbalance effect. Consequently the uncertainty due to antenna unbalance will be smaller.

D7) The magnitude D_{max} of the maximum difference between theoretical site attenuation on the one hand and measured site attenuation increased by the site attenuation measurement uncertainty on the other, provides an indication of the effect that site imperfection may have on a disturbance measurement. The CISPR 16-1-4 tolerance for this difference is ± 4 dB. However, the MIU associated with the CISPR 16-1-4 site attenuation measurement method is usually large and dominated by the two antenna factor uncertainties. Therefore, a site which meets the 4 dB tolerance is unlikely to have imperfections sufficient to cause errors of 4 dB in disturbance measurements. Recognizing this, a triangular probability distribution is assumed for the correction δA_N.

The estimate of the correction δA_N is zero with a triangular probability distribution having a half-width of 4 dB.

Future improvement of the site validation methods in CISPR 16-1-4 may reduce the tolerance specification.

If the measured value of D_{max} is less than 4 dB, the estimate of the correction δA_N may be taken as zero with a triangular probability distribution of half-width D_{max} for the calculation of U_{lab}.

D8) The error in separation distance arises from the errors in determining the perimeter of the EUT, distance measurement and antenna mast tilt. The estimate of the correction δd for separation error is zero with a rectangular probability distribution having a half-width evaluated from assuming a maximum separation error of ± 0,1 m, and that field strength is inversely proportional to separation over that distance margin.

D9) The error caused by a table-top EUT being placed on a table of other than nominal height of 0,8 m. The correction δh to be applied to the maximum measured field strength to correct for a table height which deviates by up to ± 0,01 m from nominal is estimated to be zero, with a normal probability distribution having an expanded uncertainty of 0,1 dB at the 95 % level of confidence. For floor-standing equipment, this uncertainty

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2:2011/Cor 2:2011

contribution does not apply, because the effect of the spacer height is negligible; hence a separate value of U_{cispr} does not need to be determined.

D10) CISPR 16-1-4 describes a method for the evaluation of the effect of the setup table material up to 1 GHz. No tolerance is given for the effect. Below 200 MHz the estimate of the correction δA_{NT} is zero with a rectangular probability distribution having a half-width of 0 dB; above 200 MHz the estimate of the correction δA_{NT} is zero with a rectangular probability distribution having a half-width ± 0,5 dB. For floor-standing equipment, this uncertainty contribution does only apply, if an effect of the setup table material can be evaluated (i.e. for setup tables higher than 0,15 m). Because the effect of the table material is relatively small, a separate value of U_{cispr} has not been determined.

D11) Near-field effects: Radiated emission limits in CISPR 11, CISPR 12 and CISPR 22 are defined for 10 m distance. Limits for 3 m distance are derived. Only CISPR 13 specifies limits at 3 m distance. For product standards where the reference distance is 10 m, near-field effects are a source of uncertainty when measurements are made at 3 m distance.

Subclause 7.2.3 of CISPR 16-2-3:2010 gives guidance for the selection of measurement distance d, for a given maximum dimension, D, of the EUT. If $D >> \lambda$, the following relation applies: $d \geq 2D^2/\lambda$, where D here is the largest dimension of the EUT. Strict application of this relation indicates that for a distance d = 3 m, D should be restricted to 67 cm at the maximum frequency of 1 GHz. This applies to both EUT diameter (width) and height and means that the conventional arrangement of a EUT above a reflecting ground plane, including cables, would be excluded. The only way forward is an estimate of the uncertainty due to near-field effects. A model assuming three rays – from the top, centre and bottom of the EUT – can be used for the calculation. The antenna is pointing to the centre of the EUT. The model can be extended to include a ground plane. Considering these three rays, which start out from the EUT with equal amplitude and phase, the error, or field reduction at 1 GHz for an EUT height of 1,5 m with no ground plane and range of 3 m is 4,25 dB. For larger EUTs, the error will be larger. A triangular distribution function is assumed, as not every EUT radiates from the top, centre and bottom. Further development of the model to include antenna height variation is necessary.

Near-field effects also occur in the frequency range below 200 MHz, especially near 30 MHz, where the EUT-to-antenna distance is less than a half wavelength.

The result of these considerations is not included in the calculation of the combined standard and expanded uncertainties.

D12) Hybrid antennas are not taken into account in the calculation of Tables D.1 through D.6. Hybrid antennas, used for emission measurements in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz, have:

- a frequency range up to about 100 MHz, where the antenna acts like a biconical antenna (see Tables D.1, D.2 and D.5),
- a transition frequency range from about 100 MHz to about 200 MHz (see below within this comment), and
- a frequency range above about 200 MHz where the antenna acts like an LPDA antenna (see Tables D.3, D.4 and D.6). For the correction δF_{adir} it is considered that the LPDA part is usually closer to the EUT than above in comment D4), which means that the correction factors are higher and the uncertainties are larger.

In the transition frequency range, the following may be assumed for uncertainty considerations:

- the antenna gain (in dB) and the directivity increase linearly with the frequency (detailed antenna patterns for the correction δF_{adir} may be obtained from the manufacturer),

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0:2011

– as the frequency increases, the active phase centre travels linearly from the biconical elements to the 200-MHz elements of the LPDA part [a detailed calculation of the AF correction δF_{aph} is given below in Equation (D.3)],

– the AF height dependence decreases linearly with the frequency,

– the cross polarization suppression will be above 20 dB, and

– the balun imbalance will normally be as low as that of the biconical elements.

It is assumed that the antenna is provided with free-space antenna factors. Free-space antenna factors apply to the location of the phase centre. Because the phase centre location on the antenna is frequency dependent, the distance from a fixed EUT is also frequency dependent. In order to correct for the deviation from the reference distance (e.g. 10 m or 3 m), the antenna factor may be corrected. A marker is assumed to be provided on the antenna midpoint, which is used to define the EUT-to-antenna distance. Then, the actual antenna factor $F_{a\,act}$ can be calculated using the following equations:

$$F_{a\,act} = F_a + \delta F_{aph} \qquad \text{(D.3)}$$

where $\delta F_{aph} = 20 \lg\left(\frac{d_0 - \Delta d}{d_0}\right)$

and

$F_{a\,act}$ is the actual (corrected) antenna factor in dB(m^{-1});

F_a is the free-space antenna factor in dB(m^{-1});

δF_{aph} is the correction for phase centre variation in dB;

d_0 is the EUT-to-antenna midpoint distance in m;

Δd is the distance between phase centre and antenna midpoint (positive if phase centre is closer to EUT than antenna midpoint) in m.

For the frequency range 30 MHz to 100 MHz, $\Delta d = c_0$, i.e. a fixed (negative) constant (the distance of the biconical elements from the antenna midpoint).

For the frequency range 100 MHz to 200 MHz, $\Delta d = c_1 + (c_2 f)$, where $c_0 = c_1 + (100 c_2)$, so that Δd at 100 MHz is equal to the value in the lower frequency range and f is in MHz. Δd at 200 MHz (the position defined by the LPDA elements resonant at 200 MHz) should agree with the value of Δd in the upper frequency range.

For the frequency range 200 MHz to 1 000 MHz, $\Delta d = c_3 + (c_4 / f)$, where the constants c_3 and c_4 should be chosen so that Δd meets the phase centre locations at 200 MHz and 1 000 MHz.

NOTE 7 c_0, c_1, c_2, c_3 and c_4 are constants for the calculation of Δd that might be provided by an antenna manufacturer.

EXAMPLE For c_0 = -0,47 m; c_1 = -0,61 m; c_2 = 0,001 4 m/MHz; c_3 = 0,58 m and c_4 = -182,5 m/MHz:

Below 100 MHz, the distance of the phase centre from the antenna midpoint Δd = -0,47 m and for a measurement distance of 3 m (d_0 = 3 m), the antenna factor correction is $\delta F_{aph} = 20 \log \frac{3\text{ m} + 0{,}47\text{ m}}{3\text{ m}} = +1{,}26\text{ dB}$.

Between 100 MHz and 200 MHz, the phase centre position Δd varies between -0,47 m and -0,33 m. At 200 MHz, δF_{aph} = +0,91 dB (for d_0 = 3 m).

Between 200 MHz and 1 000 MHz, the phase centre position referred to the antenna midpoint varies between -0,33 m and +0,40 m, resulting in an antenna factor correction of -1,24 dB at 1 000 MHz (for d_0 = 3 m). The phase centre is at the antenna midpoint at 314,6 MHz.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0:2011

For an estimate of the uncertainty of δF_{aph}, the model is considered an approximation.

NOTE 8 Hybrid antennas are not considered in the calculation of the values in Tables D.1 through D.6.

D13) When using an OATS, the ambient levels of radiated emissions from radio transmitters may negatively impact the measurement of radiated disturbances at specific frequencies, or even render the measurements impossible. In general the ambient signals are not coherent with the measured disturbance and therefore can be treated as a noise signal. The associated uncertainty depends on the disturbance to ambient signal ratio. No specific values can be given for δE_{amb}. More information about EUT disturbance measurements in the presence of ambient signals is given in Annex A of CISPR 16-2-3:2010. For measurements in a SAC or FAR, emissions from mast and turntable motors and/or controllers may be treated as ambient signals.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 4-2 ed 2.0 :2011

Annex E
(informative)

Basis for U_{cispr} values in Table 1 – Radiated disturbance measurements from 1 GHz to 18 GHz

E.1 Uncertainty budget for radiated disturbance measurements from 1 GHz to 18 GHz

The measurand E is calculated using:

$$E = V_r + a_c + G_p + F_a + \delta V_{sw} + \delta V_{nf} + \delta G_p + \delta M + \delta F_{af} + \delta F_{adir} + \delta F_{aph} + \delta F_{acp} + \delta S_{VSWR} + \delta A_{NT} + \delta d + \delta h \quad \text{(E.1)}$$

Table E.1 – Radiated disturbance measurements from 1 GHz to 6 GHz in a FAR (FSOATS) at a distance of 3 m

Input quantity [a]	X_i	Uncertainty of x_i dB	Probability distribution function	$c_i\, u(x_i)$ [b] dB
Receiver reading A1)	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: antenna-receiver A2)	a_c	± 0,3	k = 2	0,15
Preamplifier gain E5)	G_p	± 0,2	k = 2	0,10
Antenna factor E1)	F_a	± 1,0	k = 2	0,50
Receiver corrections:				
Sine wave voltage A3)	δV_{sw}	± 1,5	k = 2	0,75
Instability of preamp gain E5)	δG_p	± 1,2	Rectangular	0,70
Noise floor proximity A5)	δV_{nf}	+0,7/0,0	Rectangular	0,4
Mismatch: antenna-preamplifier A7)	δM	+1,3/–1,5	U-shaped	1,00
Mismatch: preamplifier-receiver A7)	δM	+1,2/–1,4	U-shaped	0,92
Antenna corrections:				
AF frequency interpolation A6)	δF_{af}	± 0,3	Rectangular	0,17
Directivity difference E2)	δF_{adir}	+3,0/-0,0	Rectangular	0,87
Phase centre location E3) at 3 m	δF_{aph}	± 0,3	Rectangular	0,17
Cross-polarization E4)	δF_{acp}	± 0,9	Rectangular	0,52
Site corrections:				
Site imperfections E6)	δS_{VSWR}	± 3,0	Triangular	1,22
Effect of setup table material E7)	δA_{NT}	± 1,5	Rectangular	0,87
Separation distance E8) at 3 m	δd	± 0,3	Rectangular	0,17
Table height E9)	δh	± 0,0	k = 2	0,00

[a] Superscripts [e.g. A1)] correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and E.2).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(E) = 2u_c(E) = 5{,}18$ dB

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

Table E.2 – Radiated disturbance measurements from 6 GHz to 18 GHz in a FAR (FSOATS) at a distance of 3 m

Input quantity [a]	X_i	Uncertainty of x_i		$c_i\,u(x_i)$ [b]
		dB	Probability distribution function	dB
Receiver reading A1)	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Attenuation: antenna-receiver A2)	a_c	± 0,6	k = 2	0,30
Preamplifier gain E5)	G_p	± 0,2	k = 2	0,10
Antenna factor E1)	F_a	± 1,0	k = 2	0,50
Receiver corrections:				
Sine wave voltage A3)	δV_{sw}	± 1,5	k = 2	0,75
Instability of preamp gain E5)	δG_p	± 1,2	Rectangular	0,70
Noise floor proximity A5)	δV_{nf}	+1,0/0,0	Rectangular	0,58
Mismatch: antenna-preamplifier A7)	δM	+1,3/–1,5	U-shaped	1,00
Mismatch: preamplifier-receiver A7)	δM	+1,2/–1,4	U-shaped	0,92
Antenna corrections:				
AF frequency interpolation A6)	δF_{af}	± 0,3	Rectangular	0,17
Directivity difference E2)	δF_{adir}	+3,0/-0,0	Rectangular	0,87
Phase centre location E3) at 3 m	δF_{aph}	± 0,3	Rectangular	0,17
Cross-polarization E4)	δF_{acp}	± 0,9	Rectangular	0,52
Site corrections:				
Site imperfections E6)	δS_{VSWR}	± 3,0	Triangular	1,22
Effect of setup table material E7)	δA_{NT}	± 2,0	Rectangular	1,15
Separation distance E8) at 3 m	δd	± 0,3	Rectangular	0,17
Table height E9)	δh	± 0,0	k = 2	0,00

[a] Superscripts [e.g. A1)] correspond to numbered comments in the annexes (see A.2 and E.2).

[b] All c_i = 1 (see A.1).

Hence, expanded uncertainty $U(E) = 2u_c(E) = 5{,}48$ dB

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

E.2 Rationale for the estimates of input quantities specific to the radiated disturbance measurement method from 1 GHz to 18 GHz

E1) An estimate of the free-space antenna factor F_a is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor.

E2) The directivity of the receive antenna determines the value w [see Equation (9) of CISPR 16-2-3:2010], which is used to judge the need for height scanning. The dimension w is calculated assuming that the far-field criterion is valid. At close measurement distances, measurements take place in the Fresnel zone and not in the far field. The actual dimension w as a measure of the receive antenna footprint is different from the value obtained from using Equation (9) of CISPR 16-2-3:2010.

The impact of the receive antenna properties on the uncertainty is also determined by frequency, the size of the EUT and the measurement distance. The resulting value of the uncertainty is not straightforward.

At higher frequencies, some receive antennas have multiple lobes instead of one main lobe. This may cause additional instrumentation uncertainties, which are not considered here.

The estimate of the correction δF_{adir} is +1 dB with a rectangular probability distribution having a half-width of 1,5 dB assuming that the EUT dimension is larger than w from the antenna radiation pattern.

NOTE 1 For FAR-based radiated emission measurements above 1 GHz, the nominal measurement distance is 3 m (see CISPR 16-2-3). If an alternative measurement distance is applied, for instance 1 m, then the "conversion" of emission results at 1 m to results applicable at the nominal measurement distance of 3 m is applied. In practice, such conversions are often done assuming that the emission from an EUT at a certain measurement distance may be converted to another distance by applying the free-space equation (20 dB/decade or $1/r$ behaviour). However, the exact conversion depends very much on the type of EUT, the measurement distance involved and the frequency. Above 1 GHz measurements are done in the Fresnel zone and the simplified free-space conversion rule of 20 dB/decade does not apply. Still, CISPR 16-2-3 recommends applying the free-space conversion rule. This may introduce significant measurement distance conversion uncertainties, which should be considered carefully.

E3) The variation of the phase centre location with frequency for an LPDA or double-ridged guide horn antenna causes a deviation from the required separation. It is assumed that the antenna to EUT distance is measured from the mid-point of the antenna, which causes the correction to be zero.

For an LPDA or double-ridged guide horn antenna, the estimate of the correction δF_{aph} is zero with a rectangular probability distribution having a half-width evaluated by considering the effect of an error of $\pm$ 0,1 m in the separation and assuming that field strength is inversely proportional to separation.

E4) The cross-polarization response of a double-ridged guide horn antenna is considered to be negligible. The estimate of the correction δF_{acp} for cross-polarization response of an LPDA antenna is zero with a rectangular probability distribution having a half-width of 0,9 dB, corresponding to the CISPR 16-1-4 cross-polarization response tolerance of –20 dB.

E5) Calibrated preamplifiers are used either at the input of the measuring receiver or built into the measuring receiver itself. Any gain deviations of external preamplifiers are not taken into account by the receiver calibration routines. An estimate of the preamplifier gain G_p is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor. Any gain deviations (instability due to temperature changes and aging) from the calibrated frequency response have to be taken into account as additional uncertainties especially for external preamplifiers. The estimate of

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0:2011

the correction δG_p for the gain is zero with a rectangular probability distribution having a half-width of 1,2 dB.

E6) The measured site voltage standing wave ratio S_{VSWR} provides an indication of the effect that site imperfection may have on a disturbance measurement. The CISPR 16-1-4 tolerance for the S_{VSWR} is 6 dB.

Two methods are offered to derive the MIU associated with a FAR which has been validated using the CISPR 16-1-4 S_{VSWR} measurement method from the measured S_{VSWR}.

Method 1: A site which meets the 6 dB S_{VSWR} tolerance will not cause errors of 6 dB in disturbance measurements. A useful comparison between S_{VSWR} and deviation from the reference transmission loss for a 3 m site is made in document [6]. In this document a maximum S_{VSWR} of 6 dB corresponds roughly with a maximum deviation of 4 dB from ideal transmission loss. Assuming that the transmission loss has a Gaussian probability distribution, and because the value of 4 dB is not exceeded in the whole frequency range, the value of 4 dB is taken as the corresponding expanded uncertainty with a coverage factor k = 3 (corresponding to a very high level of confidence), i.e. the standard uncertainty is 1,33 dB.

The estimate of the correction δS_{VSWR} is zero with a normal (Gaussian) probability distribution having a half-width of 4 dB and a coverage factor k = 3.

Method 2: The measured value of S_{VSWR} is divided by 2 to arrive at the deviation δS_{VSWR} due to site imperfections. A triangular probability distribution may be assumed taking into account that the S_{VSWR} is the maximum of 15 (or 20) comparison measurement results. For an S_{VSWR} of 6 dB, a triangular probability distribution will result in a standard uncertainty of 1,22. Also, here the estimate of the correction is zero.

NOTE 2 If for Method 1 the measured S_{VSWR} is less than 6 dB, the estimate of the correction δS_{VSWR} may be taken as zero with a standard probability distribution of having a half-width of 4 × (S_{VSWR}/6) dB and a coverage factor k = 3. If for Method 2 the measured S_{VSWR} is less than 6 dB, the estimate of the correction δS_{VSWR} may be taken as zero. The measured S_{VSWR} is divided by 2 to arrive at δS_{VSWR}. Using triangular probability distribution, the resulting uncertainty $c_i \times u(x_i) = S_{VSWR} / 2\sqrt{6}$.

E7) CISPR 16-1-4 describes a method for the evaluation of the effect of the set-up table material above 1 GHz. No tolerance is given for the effect. From 1 GHz to 6 GHz the estimate of the correction δA_{NT} is zero with a rectangular probability distribution having a half-width ± 1,5 dB. Above 6 GHz the estimate of the correction δA_{NT} is zero with a rectangular probability distribution having a half-width ± 2,0 dB. For floor-standing equipment, this uncertainty contribution does not apply, because the height of the set-up table is below the absorbers between the measuring antenna and the EUT.

E8) The error in separation distance arises from the errors in determining the perimeter of the EUT and distance measurement. The estimate of the correction δd for separation error is zero with a rectangular probability distribution having a half-width evaluated from assuming a maximum separation error of ± 0,1 m, and that field strength is inversely proportional to separation over that distance margin.

E9) Field-strength measurements above 1 GHz are made in a quasi-free-space environment. No nominal table height is defined. Therefore, no uncertainty for the effect of table height variation can be given.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0:2011

Bibliography

[1] CISPR/TR 16-4-4, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-4: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistics of complaints and a model for the calculation of limits for the protection of radio services*

[2] TAYLOR, B.N., and KUYATT, C.E., NIST Technical Note 1297, *Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results,* United States Department of Commerce Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, September 1994

[3] *Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration,* EA-4/02, European Cooperation for Accreditation of Laboratories, December 1999 (http://www.european-accreditation.org)

[4] LAB34, *The Expression Of Uncertainty In EMC Testing*, Edition 1, United Kingdom Accreditation Service, August 2002 (http://www.ukas.com)

[5] M3003, *The Expression of Uncertainty and Confidence in Measurement*, Edition 2, United Kingdom Accreditation Service, January 2007 (http://www.ukas.com)

[6] CISPR/A/838/INF, January 2009, containing CISPR/A/WG1(Dunker-Riedelsheimer-Trautnitz)06-01, *Measurement of FAR similar to CISPR 16-1-4 and site VSWR in the Kolberg FAR of the Federal Network Agency for Electricity, Gas, Telecommunications, Post and Railway*, September 2006 (background material on an estimation of the uncertainty due to results of S_{VSWR} measurements, to be published before the FDIS)

[7] KRIZ, A., Calculation of Antenna Pattern Influence on Radiated Emission Measurement Uncertainty, *Proceedings of the IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility,* Detroit, 2008

[8] ETSI TR 100 028, *Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics* (www.etsi.org)

[9] STECHER, M., Uncertainty in RF Disturbance Measurements: Revision of CISPR 16-4-2, *Proceedings of the IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility,* Kyoto, 2009

[10] CARPENTER, D., A Demystification of the U-Shaped Probability Distribution, *Proceedings of the IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, Boston, 2003

[11] CARPENTER, D., A Further Demystification of the U-Shaped Probability Distribution, *Proceedings of the IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, Chicago, 2005

[12] STECHER, M., A Detailed Analysis of EMI Test Receiver Measurement Uncertainty, *Proceedings of the IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility,* Montreal, 2001

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

[13] WARNER, F. L., New expression for mismatch uncertainty where measuring microwave attenuation, *IEEE Proceedings, Part H – Microwaves, Optics and Antennas, Vol. 127, Part H, No. 2*, April 1980

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 4-2 ed 2.0 :2011

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 61
INTRODUCTION 63
1 Domaine d'application 65
2 Références normatives 65
3 Termes, définitions, symboles et abréviations 67
3.1 Termes et définitions 67
3.2 Symboles 67
3.2.1 Symboles généraux 67
3.2.2 Symboles utilisés pour les grandeurs à mesurer 67
3.2.3 Symboles utilisés pour les grandeurs d'entrée communes à toutes les mesures de perturbations 68
3.3 Abréviations 68
4 Critère de conformité pour la MIU 69
4.1 Généralités 69
4.2 Evaluation de la conformité 70
5 Mesures des perturbations conduites 71
5.1 Mesures des perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'un AMN (voir également B.1) 71
5.1.1 Mesurande pour des mesures au moyen d'un AMN 71
5.1.2 Symboles des grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures au moyen d'un AMN 71
5.1.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour des mesures de perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'un AMN 71
5.2 Mesures des perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'une division en tension (VP) (voir également B.2) 71
5.2.1 Mesurande pour des mesures au moyen d'une VP 71
5.2.2 Symboles des grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures au moyen d'une VP 71
5.2.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'une VP 72
5.3 Mesures des perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'un AAN (réseau en Y) (voir également B.3) 72
5.3.1 Mesurande pour des mesures au moyen d'un AAN 72
5.3.2 Symboles des grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures au moyen d'un AAN 72
5.3.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'un AAN 72
5.4 Mesures des perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'une CVP (voir également B.4) 73
5.4.1 Mesurande pour des mesures au moyen d'une CVP 73
5.4.2 Symboles des grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures au moyen d'une CVP 73
5.4.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'une CVP 73
5.5 Mesures des perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'une CP (voir également B.5) 74
5.5.1 Mesurande pour des mesures au moyen d'une CP 74

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0 :2011

5.5.2 Symboles des grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures au moyen d'une CP 74
5.5.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'une CP 74
6 Mesures de la puissance perturbatrice (voir également C.1) 74
6.1 Mesurande pour les mesures de puissance perturbatrice 74
6.2 Symboles utilisés pour les grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures de puissance perturbatrice 74
6.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de puissance perturbatrice 75
7 Mesures des perturbations rayonnées dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz 75
7.1 Mesures des perturbations rayonnées sur un OATS ou dans une SAC (voir également D.1) 75
7.1.1 Mesurande pour des mesures des perturbations rayonnées sur un OATS ou dans une SAC 75
7.1.2 Symboles utilisés pour les grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures de perturbations rayonnées 75
7.1.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations rayonnées sur un OATS ou dans une SAC 75
7.2 Mesures des perturbations rayonnées dans une FAR (voir également D.2) 76
7.2.1 Mesurande pour des mesures de perturbations rayonnées dans une FAR 76
7.2.2 Symboles utilisés pour les grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures de perturbations rayonnées 76
7.2.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations rayonnées dans une FAR 76
8 Mesures des perturbations rayonnées dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz (voir également E.1) 77
8.1 Mesurande pour des mesures de perturbations rayonnées dans une FAR (FSOATS) 77
8.2 Symboles utilisés pour les grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures de perturbations rayonnées 77
8.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations rayonnées dans une FAR 78
Annexe A (informative) Base des valeurs de U_{cispr} dans le Tableau 1, informations générales et justification des grandeurs d'entrée communes à toutes les méthodes de mesure 79
Annexe B (informative) Base des valeurs de U_{cispr} dans le Tableau 1, budgets d'incertitude et justification pour des mesures de perturbations conduites 87
Annexe C (informative) Base des valeurs de U_{cispr} dans le Tableau 1 – Mesures de puissance perturbatrice 96
Annexe D (informative) Base des valeurs de U_{cispr} dans le Tableau 1 – Mesures des perturbations rayonnées de 30 MHz à 1 000 MHz 98
Annexe E (informative) Base des valeurs de U_{cispr} dans le Tableau 1 – Mesures des perturbations rayonnées de 1 GHz à 18 GHz 111
Bibliographie 115

Figure A.1 – Écart de l'indication de niveau du détecteur de quasi-crête par rapport au niveau du signal à l'entrée du récepteur, pour deux cas: signal sinusoïdal et signal impulsionnel (PRF de 100 Hz) 83

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

Figure A.2 – Écart de l'indication de niveau du détecteur de crête par rapport au niveau du signal à l'entrée du récepteur, pour deux cas: signal sinusoïdal et signal impulsionnel (PRF de 100 Hz) 84

Figure A.3 – Illustration des valeurs de bruit du système 84

Figure D.1 – Effet de la directivité de l'antenne sans inclinaison 106

Figure D.2 – Effet de la directivité de l'antenne avec inclinaison optimale 106

Tableau 1 – Valeurs de U_{cispr} 70

Tableau B.1 – Mesures des perturbations conduites de 9 kHz à 150 kHz au moyen d'un AMN 50 Ω/50 µH + 5 Ω 87

Tableau B.2 – Mesures des perturbations conduites de 150 kHz à 30 MHz au moyen d'un AMN 50 Ω/50 µH 88

Tableau B.3 – Mesures des perturbations conduites de 9 kHz à 30 MHz au moyen d'une VP 89

Tableau B.4 – Mesures des perturbations conduites de 150 kHz à 30 MHz au moyen d'un AAN 90

Tableau B.5 – Mesures des perturbations conduites de 150 kHz à 30 MHz au moyen d'une sonde de tension capacitive (CVP) 91

Tableau B.6 – Mesures des perturbations conduites de 9 kHz à 30 MHz au moyen d'une CP 92

Tableau C.1 – Puissance perturbatrice de 30 MHz à 300 MHz 96

Tableau D.1 – Perturbations rayonnées polarisées horizontalement de 30 MHz à 200 MHz, en utilisant une antenne biconique à une distance de 3 m, 10 m ou 30 m 99

Tableau D.2 – Perturbations rayonnées polarisées verticalement de 30 MHz à 200 MHz, en utilisant une antenne biconique à une distance de 3 m, 10 m ou 30 m 100

Tableau D.3 – Perturbations rayonnées polarisées horizontalement de 200 MHz à 1 GHz, en utilisant une antenne log-périodique à doublet (LPDA) à une distance de 3 m, 10 m ou 30 m 101

Tableau D.4 – Perturbations rayonnées polarisées verticalement de 200 MHz à 1 GHz, en utilisant une antenne log-périodique à doublet (LPDA) à une distance de 3 m, 10 m ou 30 m 102

Tableau D.5 – Mesures des perturbations rayonnées de 30 MHz à 200 MHz en utilisant une antenne biconique dans une FAR, à une distance de 3 m 103

Tableau D.6 – Mesures des perturbations rayonnées de 200 MHz à 1 000 MHz en utilisant une antenne LPDA dans une FAR, à une distance de 3 m 104

Tableau E.1 – Mesures des perturbations rayonnées de 1 GHz à 6 GHz dans une FAR (FSOATS) à une distance de 3 m 111

Tableau E.2 – Mesures des perturbations rayonnées de 6 GHz à 18 GHz dans une FAR (FSOATS) à une distance de 3 m 112

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0:2011

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATIONS DES MÉTHODES ET DES APPAREILS DE MESURE DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET DE L'IMMUNITÉ AUX PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –

Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de mesure de l'instrumentation

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CISPR 16-4-2 a été établie par le sous-comité A du CISPR: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2003. Elle constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

– Méthodes de mesure des perturbations conduites
  - à l'accès secteur au moyen d'une sonde de tension,

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

- à l'accès télécommunications au moyen d'un AAN (RSI),
- à l'accès télécommunications au moyen d'une CVP, et
- à l'accès télécommunications au moyen d'une sonde de courant.

– Méthodes de mesure des perturbations rayonnées
- dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz au moyen d'une FAR, et
- dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz au moyen d'une FAR.

Cette publication a le statut de publication fondamentale en CEM conformément au Guide 107 de la CEI:2009, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique*.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CISPR/A/942/FDIS	CISPR/A/952/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Une liste de toutes les parties de la série CISPR 16, présentées sous le titre général *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

INTRODUCTION

La série CISPR 16-4, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Incertitudes, statistiques et modélisation des limites,* contient des informations relatives aux incertitudes, aux statistiques et à la modélisation des limites. Elle est constituée des cinq parties suivantes:

- Partie 4-1: Incertitudes dans les essais normalisés en CEM,
- Partie 4-2: Incertitudes de mesure de l'instrumentation,
- Partie 4-3: Considérations statistiques dans la détermination de la conformité CEM des produits fabriqués en grand nombre,
- Partie 4-4: Statistiques des plaintes pour le calcul des limites pour la protection des services radiodiffusion, et
- Partie 4-5: Conditions pour l'utilisation d'autres méthodes d'essai.

Pour des raisons d'ordre pratique, les essais normalisés de compatibilité électromagnétique (CEM) sont des représentations simplifiées des éventuels scénarios de brouillage électromagnétique qu'un produit peut rencontrer en situation réelle. En conséquence, dans une norme CEM, le mesurande, la limite, les instruments de mesure, le montage de mesure, le mode opératoire et les conditions de mesure devraient être simplifiés mais demeurer significatifs (représentatifs). Significatif désigne ici une corrélation statistique entre la conformité du produit et une limite, fondée sur un essai CEM normalisé en utilisant le matériel d'essai normalisé et une haute probabilité de CEM réelle du même produit au cours de son cycle de vie. La Partie 4-4 fournit des méthodes fondées sur des données statistiques permettant de déduire des limites de perturbation significatives afin de protéger les services de radiodiffusion.

En général, il convient d'élaborer un essai CEM normalisé de façon à obtenir des résultats reproductibles si le même essai, effectué au moyen du même EUT[1] est réalisé par des personnes différentes. Cependant, la reproductibilité d'un essai CEM normalisé est limitée par diverses sources d'incertitude.

La Partie 4-1 est un rapport technique constitué d'un ensemble de rapports informatifs traitant de l'ensemble des sources pertinentes d'incertitude que l'on peut rencontrer au cours d'essais de conformité CEM. Des sources d'incertitude types sont par exemple l'EUT proprement dit, les instruments de mesure, le montage de l'EUT, les modes opératoires d'essai et les conditions ambiantes.

La Partie 4-2 définit une catégorie spécifique d'incertitude, celle liée aux instruments de mesure. Dans cette partie, des exemples de budgets MIU[2] sont fournis pour la plupart des méthodes de mesure CISPR. Elle donne également les exigences normatives d'application de l'MIU pour la détermination de la conformité d'un EUT à une limite de perturbation donnée (par exemple décision d'une évaluation de la conformité).

La Partie 4-3 est un rapport technique décrivant le traitement statistique de résultats d'essais de conformité réalisés sur des échantillons de produits fabriqués en grand nombre. Ce traitement est appelé règle des 80 %/80 %.

La Partie 4-4 est un rapport technique qui donne des recommandations du CISPR pour le recueil de données statistiques relatives à des réclamations liées à des interférences et la classification des sources de perturbation. Elle donne également des modèles de calcul de limites pour divers modes de couplage des perturbations.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0:2011

---

1 EUT = *Equipment Under Test* (Matériel en Essai).

2 MIU = *Measurement Instrumentation Uncertainties*.

La Partie 4-5 est un rapport technique qui décrit une méthode permettant aux comités de produits de développer des limites pour des méthodes d'essai de remplacement, au moyen de conversions à partir de limites établies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 4-2 ed 2.0 :2011

SPÉCIFICATIONS DES MÉTHODES ET DES APPAREILS DE MESURE DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET DE L'IMMUNITÉ AUX PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –

Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de mesure de l'instrumentation

1 Domaine d'application

Cette partie de la CISPR 16-4 spécifie la méthode d'application de l'Incertitude de mesure de l'instrumentation (MIU) à la détermination de la conformité aux limites de perturbation de la CISPR. Cela s'applique également à tous les essais CEM lorsque l'interprétation des résultats et les conclusions peuvent être influencées par l'incertitude de l'instrumentation de mesure utilisée pendant les essais.

NOTE Conformément au Guide 107 de la CEI, la CISPR 16-4-2 est une publication fondamentale en CEM destinée aux comités de produit de la CEI. Comme établi dans le Guide 107, les comités de produits ont la responsabilité de déterminer l'applicabilité de la norme CEM. Le CISPR et ses sous-comités sont disposés à coopérer avec les comités techniques et les comités de produits pour déterminer l'applicabilité de cette norme à des produits spécifiques.

Les annexes contiennent les éléments de référence utilisés pour fournir la quantité de MIU trouvée dans l'élaboration des valeurs CISPR indiquées dans les Articles 4 à 8, et en conséquence, fournissent également des informations importantes pour ceux qui ont besoin à la fois d'informations initiales et complémentaires sur les MIU et sur la façon de prendre en compte les incertitudes individuelles dans la chaîne de mesure. Toutefois, les annexes ne sont pas destinées à être un modèle didactique ou un manuel d'utilisateur ou encore à être reproduites pour effectuer des calculs d'incertitude. A cet effet, il est possible d'utiliser les références fournies dans la bibliographie ou dans d'autres documents de fiabilité reconnue.

Les spécifications des instruments de mesure sont données dans la série CISPR 16-1 et les méthodes de mesure sont couvertes par la série CISPR 16-2. Des informations complémentaires et références contextuelles sur les perturbations CISPR et radioélectriques sont données dans la CISPR 16-3. Les autres parties de la série CISPR 16-4 contiennent des informations complémentaires sur l'incertitude en général, les statistiques et la modélisation des limites. Voir l'introduction de la présente partie pour de plus amples informations sur le contexte et le contenu de la série CISPR 16-4.

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).

CISPR 11, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 12, *Véhicules, bateaux et moteurs à combustion interne – Caractéristiques de perturbation radioélectrique – Limites et méthodes de mesure pour la protection des récepteurs extérieurs*

CISPR 13, *Récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0:2011

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 – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées*

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

CISPR 16-2-2, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesure de la puissance perturbatrice*

CISPR 16-2-3:2010, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-3: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations rayonnées*

CISPR 16-3, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports* (disponible en anglais seulement)

CISPR 16-4-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests* (disponible en anglais seulement)

CISPR 16-4-3, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-3: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products* (disponible en anglais seulement)

CISPR 22:2008, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

Guide ISO/CEI 98-3, *Incertitude de mesure – Partie 3:Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

Guide ISO/CEI 99:2007, *Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions donnés dans le Guide ISO/CEI 98-3 et dans le Guide ISO/CEI 99, ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE Les termes généraux et les définitions utilisés pour l'expression de l'incertitude sont donnés dans le Guide ISO/CEI 98-3. Les définitions générales utilisées en métrologie figurent dans le Guide ISO/CEI 99. Les définitions fondamentales applicables ne sont pas répétées dans le présent document.

3.1.1
incertitude de mesure de l'instrumentation
MIU[3]
paramètre, associé au résultat d'une mesure, qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande, induite par toutes les grandeurs d'entrée se rapportant aux instruments de mesure

3.2 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles donnés dans les Articles 3, 5, 6, 7 et 8, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.2.1 Symboles généraux

X_i	grandeur d'entrée
x_i	estimation de X_i
δX_i	correction apportée à la grandeur d'entrée
$u(x_i)$	incertitude-type de x_i
c_i	coefficient de sensibilité
y	résultat d'une mesure (l'estimation d'un mesurande), corrigée de tous les effets systématiques significatifs reconnus, en unités logarithmiques, ex. dB(μV/m)
$u_c(y)$	incertitude-type (composée) de y, en dB
$U(y)$	incertitude globale de y, en dB
U_{cispr}	critère CISPR pour la MIU globale évaluée dans la présente norme pour chaque méthode de mesure spécifique, en dB
U_{lab}	MIU globale déterminée par le laboratoire d'essai, en dB
k	facteur d'enveloppe
a^+	abscisse supérieure d'une distribution de probabilité
a^-	abscisse inférieure d'une distribution de probabilité

3.2.2 Symboles utilisés pour les grandeurs à mesurer

E	intensité de champ électrique perturbateur, en dB(μV/m)
I	courant perturbateur, en dB(μA)
P	puissance perturbatrice, en dB(pW)
V	tension perturbatrice, en dB(μV)

3 MIU = *Measurement Instrumentation Uncertainty*.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0:2011

3.2.3 Symboles utilisés pour les grandeurs d'entrée communes à toutes les mesures de perturbations

a_c Atténuation de la liaison entre le récepteur et le matériel auxiliaire (par exemple: réseau fictif d'alimentation, antenne etc.), en dB

δM correction de l'erreur due à la désadaptation, en dB

V_r lecture de tension sur le récepteur, en dB(μV)

δV_{sw} correction de l'imprécision en tension sinusoïdale du récepteur, en dB

δV_{pa} correction de réponse imparfaite en amplitude du récepteur pour les impulsions, en dB

δV_{pr} correction de réponse imparfaite en impulsion du récepteur avec la fréquence de répétition, en dB

δV_{nf} correction de l'effet du plancher de bruit du récepteur, en Db

3.3 Abréviations

Pour les besoins du présent document, les abréviations suivantes s'appliquent.

NOTE Les abréviations qui ne sont pas énumérées dans le présent paragraphe sont définies à l'endroit où elles apparaissent la première fois dans le présent document.

AAN[4] réseau fictif asymétrique

AE[5] matériel associé (équipement connecté au port AE du matériel auxiliaire; le matériel auxiliaire est un transducteur, par exemple: un AAN; voir les définitions correspondantes dans la CISPR 16-2-1)

AF[6] facteur d'antenne

AMN[7] réseau fictif d'alimentation

CP[8] sonde de courant

CVP[9] sonde de tension capacitive

EUT[10] matériel en essai

FAR[11] enceinte totalement anéchoïque

FSOATS[12] OATS en espace libre

LCL[13] affaiblissement de conversion longitudinale

LPDA[14] antenne log-périodique à doublet

MIU incertitude de l'instrumentation de mesure

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

---

4 AAN = *Asymmetric Artificial Network*.

5 AE = *Associated Equipment*.

6 AF = *Antenna Factor*.

7 AMN = *Artificial Mains Network*.

8 CP = *Current probe*.

9 CVP = *Capacitive Voltage Probe*.

10 EUT = *Equipment Under Test*.

11 FAR = *Fully Anechoic Room*.

12 FSOAS = *Free-Space OATS*.

13 LCL = *Longitudinal Conversion Loss*.

14 LPDA = *Logarithmic Periodic ("log-periodic") Dipole Array*.

OATS[15] site d'essai en champ libre
PRF[16] fréquence de répétition des impulsions
RF[17] fréquence radioélectrique
ROS rapport d'ondes stationnaires
SAC[18] chambre semi-anéchoïque
S/B rapport signal sur bruit
VDF[19] facteur de division en tension
VP[20] sonde de tension

4 Critère de conformité pour la MIU

4.1 Généralités

Lors de la détermination de la conformité ou de la non-conformité d'un EUT à une limite de perturbation donnée, on doit tenir compte de la MIU telle que décrite dans le présent article.

Pour un laboratoire d'essai, la MIU doit être évaluée pour les mesures indiquées dans les Articles 5 à 8 en tenant compte de chacune des grandeurs d'entrée énumérées ci-après. L'incertitude-type $u(x_i)$ en dB et le coefficient de sensibilité c_i doivent être évalués pour l'estimation x_i de chaque grandeur. L'incertitude-type composée $u_c(y)$ de l'estimation y du mesurande doit être calculée comme suit:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_i c_i^2 \, u^2(x_i)} \tag{1}$$

Un laboratoire d'essai doit calculer l'incertitude globale U_{lab} de la MIU pour chaque type de mesure, de la manière suivante:

$$U_{lab} = U(y) = 2\, u_c(y) \tag{2}$$

Si U_{lab} est inférieure ou égale à U_{cispr} du Tableau 1, il est admis que le rapport d'essai indique soit la valeur de U_{lab} soit le fait que U_{lab} est inférieure à U_{cispr}.

Si U_{lab} est supérieure à U_{cispr} du Tableau 1, le rapport d'essai doit donner la valeur de U_{lab} (en dB) pour les instruments de mesure réellement utilisés.

NOTE L'équation (2) signifie qu'il est appliqué un facteur d'élargissement k = 2, ce qui donne un niveau de confiance d'environ 95 % pour la distribution quasi-normale typique de la plupart des résultats de mesure.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

15 OATS = *Open Area Test Site*.

16 PRF = *Pulse Repetition Frequency*.

17 RF = *Radio Frequency*.

18 SAC = *Semi-Anechoic Chamber*.

19 VDF = *Voltage Division Factor*.

20 VP = *Voltage Probe*.

Tableau 1 – Valeurs de U_{cispr}

Mesure		U_{cispr}	Tableau
Perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'un AMN	(9 kHz à 150 kHz)	3,8 dB	B.1
	(150 kHz à 30 MHz)	3,4 dB	B.2
Perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'une sonde de tension	(9 kHz à 30 MHz)	2,9 dB	B.3
Perturbations conduites à un port de télécommunications au moyen d'un AAN	(150 kHz à 30 MHz)	5,0 dB	B.4
Perturbations conduites à un port de télécommunications au moyen d'une CVP	(150 kHz à 30 MHz)	3,9 dB	B.5
Perturbations conduites à un port de télécommunications au moyen d'une CP	(150 kHz à 30 MHz)	2,9 dB	B.6
Puissance perturbatrice	(30 MHz à 300 MHz)	4,5 dB	C.1
Perturbations rayonnées (intensité de champ électrique sur un OATS ou dans une SAC)	(30 MHz à 1 000 MHz)	6,3 dB	D.1 à D.4
Perturbations rayonnées (intensité de champ électrique dans une FAR)	(30 MHz à 1 000 MHz)	5,3 dB	D.5 à D.6
Perturbations rayonnées (intensité de champ électrique dans une FAR)	(1 GHz à 6 GHz)	5,2 dB	E.1
Perturbations rayonnées (intensité de champ électrique dans une FAR)	(6 GHz à 18 GHz)	5,5 dB	E.2

NOTE 1 Les valeurs de U_{cispr} sont fondées sur les incertitudes globales données dans les annexes ; elles ont été évaluées en tenant compte des incertitudes associées aux grandeurs citées dans le paragraphe traitant spécifiquement des mesures. S'il y a des valeurs différentes dans les annexes, la valeur utilisée comme U_{cispr} est la valeur maximale (par exemple maximum des Tableaux D.1 à D.4).

NOTE 2 Dans la gamme de fréquences inférieures à 1 GHz, les valeurs de U_{cispr} ont été calculées pour des mesures qui utilisent le détecteur de quasi-crête, en supposant que les résultats du détecteur de valeur moyenne et du détecteur de valeur efficace ne dépasseront pas ces valeurs. Au-dessus de 1 GHz, la valeur de U_{cispr} a été calculée pour des mesures utilisant le détecteur de crête.

Rien dans le présent article n'est supposé remplacer l'exigence de conformité des instruments de mesure aux spécifications de la série CISPR 16-1. De même, cet article ne remplace pas l'exigence de conformité avec la CISPR 16-4-3.

4.2 Evaluation de la conformité

La conformité ou la non-conformité à une limite de perturbation doit être déterminée de la manière suivante.

Si U_{lab} est inférieure ou égale à U_{cispr} du Tableau 1, alors:

– la conformité est estimée atteinte si aucun niveau de perturbation mesuré ne dépasse la limite de perturbation;

– la non-conformité est estimée atteinte si un quelconque niveau de perturbation mesuré dépasse la limite de perturbation.

Si U_{lab} est supérieure à U_{cispr} du Tableau 1, alors:

– la conformité est estimée atteinte si aucun niveau de perturbation mesuré, augmenté de ($U_{lab} - U_{cispr}$), ne dépasse la limite de perturbation;

– la non-conformité est estimée atteinte si un niveau quelconque de perturbation mesuré, augmenté de ($U_{lab} - U_{cispr}$), dépasse la limite de perturbation.

NOTE Pour la procédure décrite dans cet article, les niveaux de perturbation mesurés et les niveaux limite, sont tous deux exprimés en unités logarithmiques, par exemple en dB(µV/m).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

5 Mesures des perturbations conduites

5.1 Mesures des perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'un AMN (voir également B.1)

5.1.1 Mesurande pour des mesures au moyen d'un AMN

V Tension non symétrique, en dB(μV), mesurée à l'accès EUT de l'AMN par rapport au plan de masse de référence

5.1.2 Symboles des grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures au moyen d'un AMN

F_{AMN} Facteur de division en tension de l'AMN, en dB

δF_{AMNf} Correction de l'erreur d'interpolation en fréquence du facteur de division en tension (VDF), en dB

δD_{mains} Correction de l'erreur due aux perturbations secteur, en dB

δV_{env} Correction de l'effet de l'environnement, en dB

δZ_{AMN} Correction d'impédance imparfaite de l'AMN, en dB

5.1.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour des mesures de perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'un AMN

– Lecture sur le récepteur
– Atténuation d'interconnexion entre l'AMN et le récepteur
– Facteur de division en tension de l'AMN
– Interpolation en fréquence du VDF de l'AMN
– Grandeurs d'entrée liées au récepteur:
  - Précision du récepteur en tension sinusoïdale
  - Réponse du récepteur en amplitude pour les impulsions
  - Variation de la réponse en impulsion du récepteur en fonction de la fréquence de répétition
  - Bruit de fond du récepteur
– Effets de la désadaptation entre l'accès récepteur de l'AMN et le récepteur
– Impédance de l'AMN
– Effet des perturbations secteur
– Effet de l'environnement

5.2 Mesures des perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'une division en tension (VP) (voir également B.2)

5.2.1 Mesurande pour des mesures au moyen d'une VP

V Tension non symétrique, en dB(μV), mesurée à l'accès d'alimentation de l'EUT – chargé par une impédance de 1 500 Ω – par rapport à la masse de référence

5.2.2 Symboles des grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures au moyen d'une VP

F_{VP} Facteur de division en tension (VDF) de la sonde de tension, en dB

δF_{VPf} Correction de l'erreur d'interpolation en fréquence du VDF, en dB

δD_{mains} Correction de l'erreur due aux perturbations secteur, en dB

δV_{env} Correction de l'effet de l'environnement, en dB

δZ_{VP} Correction d'impédance imparfaite de la sonde de tension, en dB

δZ_{mains} Correction de l'erreur due à l'impédance de l'alimentation par comparaison à celle de l'AMN, en dB

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

5.2.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'une VP

– Lecture sur le récepteur
– Atténuation d'interconnexion entre la VP et le récepteur
– Facteur VDF de la VP
– Interpolation en fréquence du VDF de la VP
– Grandeurs d'entrée liées au récepteur
  • Précision en tension sinusoïdale du récepteur
  • Réponse en amplitude d'impulsion du récepteur
  • Variation de réponse d'impulsion du récepteur avec la fréquence de répétition
  • Bruit de fond du récepteur
– Effets de la désadaptation entre l'accès récepteur de la VP et le récepteur
– Impédance de la VP
– Effet des perturbations secteur
– Effet de l'impédance de l'alimentation en comparaison à celle de l'AMN
– Effet de l'environnement

5.3 Mesures des perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'un AAN (réseau en Y) (voir également B.3)

NOTE Le terme "réseau fictif asymétrique (AAN)" est défini dans la CISPR 16-1-2. Il est appelé "réseau de stabilisation d'impédance (RSI)" dans la CISPR 22. Le terme "réseau en Y" le différencie des réseaux en V- et Δ-.

5.3.1 Mesurande pour des mesures au moyen d'un AAN

V Tension asymétrique (mode commun), en dB(μV), mesurée à l'accès EUT de l'AAN par rapport au plan de masse de référence

5.3.2 Symboles des grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures au moyen d'un AAN

F_{AAN} Facteur de division en tension (VDF) de l'AAN, en dB
δF_{AANf} Correction de l'erreur d'interpolation en fréquence du VDF, en dB
δD_{AE} Correction de l'erreur due aux perturbations générées par l'AE, en dB
δV_{env} Correction de l'effet de l'environnement, en dB
δa_{LCL} Correction de l'affaiblissement de conversion longitudinale imparfaite de l'AAN, en dB
δZ_{AAN} Correction de l'impédance asymétrique (mode commun) imparfaite de l'AAN, en dB

5.3.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'un AAN

– Lecture sur le récepteur
– Atténuation d'interconnexion entre l'AAN et le récepteur
– Facteur VDF de l'AAN
– Interpolation en fréquence du VDF de l'AAN
– Grandeurs d'entrée liées au récepteur
  • Précision en tension sinusoïdale du récepteur
  • Réponse en amplitude d'impulsion du récepteur
  • Variation de réponse d'impulsion du récepteur avec la fréquence de répétition

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

- Bruit de fond du récepteur

– Effets de la désadaptation entre l'accès récepteur de l'AAN et le récepteur
– Impédance asymétrique de l'AAN
– Affaiblissement de conversion longitudinale (LCL) de l'AAN
– Effet des perturbations générées par l'AE
– Effet de l'environnement

5.4 Mesures des perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'une CVP (voir également B.4)

5.4.1 Mesurande pour des mesures au moyen d'une CVP

V Tension asymétrique (mode commun), en dB(μV), mesurée à l'accès télécommunications par rapport à la masse de référence

5.4.2 Symboles des grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures au moyen d'une CVP

F_{CVP} Facteur de division en tension (VDF) de la CVP, en dB
δF_{CVPf} Correction de l'erreur d'interpolation en fréquence du VDF de la CVP, en dB
δD_{AE} Correction de l'erreur due aux perturbations générées par l'AE, en dB
δV_{env} Correction de l'effet de l'environnement, en dB
$\delta F_{c\ pos}$ Correction de l'effet de la position du câble dans l'ouverture de la CVP sur le facteur de division en tension, en dB
$\delta F_{c\ rad}$ Correction de l'effet du rayon de courbure du câble sur le facteur de division en tension, en dB
δZ_{AE} Correction de terminaison imparfaite de l'accès télécommunications par l'AE, en dB
δZ_{CVP} Correction de l'effet de l'impédance de charge de la CVP, en dB

5.4.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'une CVP

– Lecture sur le récepteur
– Atténuation d'interconnexion entre la CVP et le récepteur
– Facteur VDF de la CVP
– Interpolation en fréquence du VDF de la CVP
– Grandeurs d'entrée liées au récepteur
  - Précision en tension sinusoïdale du récepteur
  - Réponse en amplitude d'impulsion du récepteur
  - Variation de réponse d'impulsion du récepteur avec la fréquence de répétition
  - Bruit de fond du récepteur
– Effet de la position du câble dans l'ouverture de la CVP sur le facteur VDF
– Effet du rayon de courbure du câble sur le facteur VDF
– Effet des perturbations générées par l'AE
– Effet de l'impédance de l'AE lorsque comparée avec l'AAN
– Effets de la désadaptation entre l'accès récepteur de la CVP et le récepteur
– Impédance de charge de la CVP
– Effet de l'environnement

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

5.5 Mesures des perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'une CP (voir également B.5)

5.5.1 Mesurande pour des mesures au moyen d'une CP

I Courant asymétrique (mode commun), en dB(μA), mesuré sur le câble connecté à l'accès télécommunications de l'EUT

5.5.2 Symboles des grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures au moyen d'une CP

Y_T Admittance de transfert de la CP, en dB(S)

δY_{Tf} Correction de l'erreur d'interpolation en fréquence de l'admittance de transfert de la CP, en dB

δD_{AE} Correction de l'erreur due aux perturbations générées par l'AE, en dB

δI_{env} Correction de l'effet de l'environnement, en dB

δZ_{CP} Correction de l'erreur due à l'impédance d'insertion de la CP, en dB

δZ_{AE} Correction de terminaison imparfaite de l'accès télécommunications par l'AE, en dB

5.5.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'une CP

– Lecture sur le récepteur
– Atténuation d'interconnexion entre la CP et le récepteur
– Admittance de transfert de la CP
– Interpolation en fréquence de l'admittance de transfert de la CP
– Grandeurs d'entrée liées au récepteur
  - Précision en tension sinusoïdale du récepteur
  - Réponse en amplitude d'impulsion du récepteur
  - Variation de réponse d'impulsion du récepteur avec la fréquence de répétition
  - Bruit de fond du récepteur
– Effets de la désadaptation entre CP et récepteur
– Effet de l'impédance d'insertion de la CP
– Effet des perturbations générées par l'AE
– Effet de l'impédance de terminaison du câble de télécommunications due à l'AE
– Effet de l'environnement

6 Mesures de la puissance perturbatrice (voir également C.1)

6.1 Mesurande pour les mesures de puissance perturbatrice

P Puissance perturbatrice, en dB(pW), mesurée sur un conducteur d'alimentation pour la position de la pince indiquant la valeur d'émission maximale

6.2 Symboles utilisés pour les grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures de puissance perturbatrice

F_{AC} Le facteur de pince (original) de la pince absorbante, en dB(pW/μV)

NOTE Le facteur de pince (original) est défini dans la CISPR 16-1-3.

δF_{ACf} Correction de l'erreur d'interpolation en fréquence du facteur de pince, en dB

δD_{mains} Correction de l'erreur due aux perturbations secteur, en dB

δP_{env} Correction de l'effet de l'environnement, en dB

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

6.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de puissance perturbatrice

– Lecture sur le récepteur
– Atténuation d'interconnexion entre la pince absorbante et le récepteur
– Facteur de pince (initial) de la pince absorbante (tel que défini dans la CISPR 16-1-3)
– Interpolation en fréquence du facteur de pince
– Grandeurs d'entrée liées au récepteur
  • Précision en tension sinusoïdale du récepteur
  • Réponse en amplitude d'impulsion du récepteur
  • Variation de réponse d'impulsion du récepteur avec la fréquence de répétition
  • Bruit de fond du récepteur
– Effets de la désadaptation entre l'accès récepteur de la pince absorbante et le récepteur
– Effet des perturbations secteur
– Effet de l'environnement

7 Mesures des perturbations rayonnées dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz

7.1 Mesures des perturbations rayonnées sur un OATS ou dans une SAC (voir également D.1)

7.1.1 Mesurande pour des mesures des perturbations rayonnées sur un OATS ou dans une SAC

E Intensité maximale de champ électrique, en dB(μV/m), en polarisations horizontale et verticale, mesurée à la distance horizontale spécifiée de l'EUT, à une hauteur comprise entre 1 m et 4 m au-dessus d'un plan de masse réfléchissant, l'EUT subissant une rotation de 360° en azimut

7.1.2 Symboles utilisés pour les grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures de perturbations rayonnées

F_a Facteur d'antenne, en dB(1/m)
δF_{af} Correction de l'erreur d'interpolation en fréquence du facteur d'antenne, en dB
δF_{ah} Correction de la variation du facteur d'antenne en fonction de la hauteur, en dB
δF_{adir} Correction de la directivité de l'antenne, en dB
δF_{aph} Correction de la localisation du centre de phase de l'antenne, en dB
δF_{acp} Correction de la réponse en polarisation croisée de l'antenne, en dB
δF_{abal} Correction de dissymétrie de l'antenne, en dB
δA_N Correction d'atténuation normalisée du site d'essai imparfaite, en dB
δA_{NT} Correction de l'effet du matériau de la table d'essai sur les résultats de mesures, en dB
δd Correction de distance d'antenne imparfaite, en dB
δh Correction de hauteur de table au-dessus du plan de masse imparfaite, en dB
δE_{amb} Correction de l'effet du bruit ambiant sur un OATS donné, en dB

7.1.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations rayonnées sur un OATS ou dans une SAC

– Lecture sur le récepteur
– Atténuation d'interconnexion entre l'antenne et le récepteur

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

– Facteur d'antenne
– Grandeurs d'entrée liées au récepteur
  • Précision en tension sinusoïdale du récepteur
  • Réponse en amplitude d'impulsion du récepteur
  • Variation de réponse d'impulsion du récepteur avec la fréquence de répétition
  • Bruit de fond du récepteur
– Effets de la désadaptation entre l'accès antenne et le récepteur
– Interpolation en fréquence du facteur d'antenne
– Variation du facteur d'antenne avec la hauteur
– Directivité de l'antenne
– Localisation du centre de phase de l'antenne
– Réponse de l'antenne en polarisation croisée
– Symétrie d'antenne
– Atténuation de site du site d'essai
– Distance entre l'EUT et l'antenne de mesure
– Hauteur de la table sur laquelle repose l'EUT
– Effet du matériau de la table d'essai sur laquelle repose l'EUT
– Effet du bruit ambiant sur un OATS

7.2 Mesures des perturbations rayonnées dans une FAR (voir également D.2)

7.2.1 Mesurande pour des mesures de perturbations rayonnées dans une FAR

E Intensité maximale de champ électrique, en dB(μV/m), mesurée en polarisations horizontale et verticale, à la distance horizontale spécifiée de l'EUT, lequel est soumis à une rotation de 360° en azimut

7.2.2 Symboles utilisés pour les grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures de perturbations rayonnées

F_a Facteur d'antenne, en dB(1/m)

δF_{af} Correction de l'erreur d'interpolation en fréquence du facteur d'antenne, en dB

δF_{ah} Correction de la variation du facteur d'antenne due à l'influence de la FAR, en dB

δF_{adir} Correction de la directivité de l'antenne, en dB

δF_{aph} Correction de la localisation du centre de phase de l'antenne, en dB

δF_{acp} Correction de la réponse en polarisation croisée de l'antenne, en dB

δF_{abal} Correction de dissymétrie de l'antenne, en dB

δA_N Correction d'atténuation normalisée du site d'essai imparfaite, en dB

δA_{NT} Correction de l'effet du matériau de la table d'essai sur les résultats de mesures, en dB

δd Correction de distance d'antenne imparfaite, en dB

δh Correction de hauteur de la table d'essai imparfaite, en dB

7.2.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations rayonnées dans une FAR

– Lecture sur le récepteur
– Atténuation d'interconnexion entre l'antenne et le récepteur
– Facteur d'antenne

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 4-2 ed 2.0 :2011

– Grandeurs d'entrée liées au récepteur
  - Précision en tension sinusoïdale du récepteur
  - Réponse en amplitude d'impulsion du récepteur
  - Variation de réponse d'impulsion du récepteur avec la fréquence de répétition
  - Bruit de fond du récepteur
– Effets de la désadaptation entre l'accès antenne et le récepteur
– Interpolation en fréquence du facteur d'antenne
– Variation du facteur d'antenne due à l'influence de la FAR
– Directivité de l'antenne
– Localisation du centre de phase de l'antenne
– Réponse de l'antenne en polarisation croisée
– Equilibrage d'antenne
– Atténuation de site du site d'essai (FAR)
– Distance entre l'EUT et l'antenne de mesure
– Effet du matériau de la table d'essai sur laquelle repose l'EUT
– Effet d'une hauteur imparfaite de la table

8 Mesures des perturbations rayonnées dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz (voir également E.1)

8.1 Mesurande pour des mesures de perturbations rayonnées dans une FAR (FSOATS)

NOTE 1 Une FAR est une approximation pratique d'une FSOATS (voir CISPR 16-1-4).

E Intensité maximale de champ électrique, en dB(μV/m), mesurée en polarisations horizontale et verticale à la hauteur d'antenne applicable et à la distance horizontale spécifiée de l'EUT lequel est soumis à une rotation de 360°en azimut

NOTE 2 La variation de hauteur d'antenne s'applique si l'EUT n'est pas inclus dans l'ouverture dans un plan vertical du faisceau de l'antenne.

8.2 Symboles utilisés pour les grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures de perturbations rayonnées

G_p Gain du préamplificateur

δG_p Correction de l'instabilité du gain du préamplificateur, en dB

F_a Facteur d'antenne, en dB(1/m)

δF_{af} Correction de l'erreur d'interpolation du facteur d'antenne, en dB

δF_{adir} Correction de la directivité de l'antenne, en dB

δF_{aph} Correction de la localisation du centre de phase de l'antenne, en dB

δF_{acp} Correction de la réponse en polarisation croisée de l'antenne, en dB

δS_{ROS} Correction d'un ROS de site imparfait (S_{ROS}), en dB

δA_{NT} Correction de l'effet du matériau de la table d'essai sur les résultats de mesures, en dB

δd Correction de distance d'antenne imparfaite, en dB

δh Correction de hauteur de table d'essai imparfaite, en dB

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

8.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour les mesures de perturbations rayonnées dans une FAR

– Lecture sur le récepteur
– Atténuation d'interconnexion entre l'accès d'antenne et l'entrée du préamplificateur
– Gain du préamplificateur
– Effet de l'instabilité du gain du préamplificateur
– Atténuation d'interconnexion entre la sortie du préamplificateur et le récepteur
– Facteur d'antenne
– Précision du récepteur en tension sinusoïdale
– Plancher de bruit du récepteur
– Effets de la désadaptation entre l'accès antenne et l'entrée du préamplificateur
– Effets de la désadaptation entre la sortie du préamplificateur et le récepteur
– Interpolation en fréquence du facteur d'antenne
– Directivité de l'antenne
– Centre de phase de l'antenne
– Réponse de l'antenne en polarisation croisée
– Rapport d'ondes stationnaires du site d'essai (FAR)
– Distance entre l'EUT et l'antenne de mesure
– Effet du matériau de la table d'essai sur laquelle repose l'EUT
– Effet de hauteur de table imparfaite

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 4-2 ed 2.0 :2011

Annexe A
(informative)

Base des valeurs de U_{cispr} dans le Tableau 1, informations générales et justification des grandeurs d'entrée communes à toutes les méthodes de mesure

A.1 Généralités

Les Annexes A à E décrivent l'approche utilisée pour déterminer la valeur U_{cispr} utilisée pour les méthodes de mesure spécifiées dans la série CISPR 16-2.

Chacune de ces annexes présentes en premier lieu l'équation modèle pour le mesurande – l'équation de base qui résume les principales sources de MIU (c'est-à-dire les grandeurs d'entrée) qui sont imputables à la chaîne d'instrumentation. L'équation modèle résulte du modèle de mesure et fournit une définition mathématique du mesurande.

Un ou plusieurs tableaux sont ensuite présentés de manière à fournir des exemples de la valeur estimée de chaque grandeur d'entrée prise en compte pour le calcul des valeurs de U_{cispr} dans le Tableau 1 de l'Article 4. A noter que les valeurs des tableaux des Annexes B à E ne sont que des exemples déduits des exigences de la série CISPR 16-1 et ne constituent pas en elles-mêmes une exigence.

Toutes les hypothèses utilisées pour la détermination des valeurs estimées sont documentées. Les hypothèses sont référencées par un exposant. Les exposants 'A' font référence à des sources de MIU communes à plusieurs méthodes de mesure. Les hypothèses liées à ces sources de MIU sont documentées en A.2 ci-après. Les exposants 'B' à 'E' font référence à des sources de MIU spécifiques à une méthode de mesure particulière. Les hypothèses sur lesquelles se fondent les estimations sont documentées dans un paragraphe de l'annexe correspondante tout de suite après le(s) tableau(x). Une note suivant un commentaire est destinée à fournir des recommandations supplémentaires destinées aux laboratoires d'essai confrontés à des données ou des situations différentes de celles prises comme hypothèses dans le présent document.

L'incertitude associée à la valeur x_i estimée de chaque grandeur d'entrée dans les tableaux des Annexes B à E, est la valeur la plus élevée prise en compte qui s'inscrit probablement dans la gamme de fréquences couverte par le tableau, à condition qu'elle soit cohérente avec les spécifications de l'appareillage de mesure décrites dans la série de normes CISPR 16-1.

Les définitions des termes d'incertitude de mesure et les informations sur l'évaluation et l'expression de l'incertitude de mesure sont disponibles dans les références [2] à [5] de la bibliographie ainsi que dans le Guide ISO/CEI 98-3.

L'incertitude-type $u(x_i)$ est calculée en divisant l'incertitude associée à x_i par un facteur qui dépend de la distribution de probabilité de cette grandeur d'entrée et du niveau de confiance associé à cette valeur. Pour une distribution de probabilité en U, rectangulaire ou triangulaire, où X_i est estimé compris entre $(x_i - a^-)$ et $(x_i + a^+)$ avec un niveau de confiance de 100 %, $u(x_i)$ prend comme valeur $a/\sqrt{2}$, $a/\sqrt{3}$ ou $a/\sqrt{6}$ respectivement, où $a = (a+ + a^-)/2$ est la demi-largeur de la distribution de probabilité. Pour une distribution de probabilité normale, le facteur de division est 2 si la valeur de l'incertitude associée à x_i a un niveau de confiance de 95 % (la valeur est égale à deux fois l'écart-type expérimental), ou 1 si la valeur de l'incertitude associée à x_i a un niveau de confiance de 68 % (la valeur est égale à l'écart-type expérimental). Dans le cas d'une distribution non symétrique, il convient d'envisager l'application de la valeur $\delta x_i = c_i\,(a^+ - a^-)/2$, si elle est significative pour corriger le résultat de mesure. Si elle n'est pas significative, il est admis d'utiliser la moyenne des deux limites.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

Une correction est une compensation d'une erreur systématique. Une correction peut être connue à partir de rapports d'étalonnage ou à partir d'évaluations documentées réalisées au sein du laboratoire d'essai. Une correction d'amplitude inconnue mais considérée susceptible d'être aussi bien positive que négative est prise pour nulle. Toutes les corrections connues sont considérées comme ayant été appliquées conformément au modèle. Ceci est exprimé dans les équations modèles qui précèdent les tableaux. Chaque correction sert également de grandeur d'entrée ayant une incertitude associée.

Les hypothèses qui conduisent aux valeurs des tableaux des Annexes B à E peuvent ne pas être appropriées pour un laboratoire d'essai particulier. Lorsqu'un laboratoire d'essai évalue la MIU globale U_{lab}, il doit prendre en compte les informations disponibles concernant son système de mesure particulier, y compris les caractéristiques du matériel, les données de validation réelles des sites d'essai, la qualité des données d'étalonnage (dans l'intervalle d'étalonnage défini), les distributions de probabilité connues ou possibles, et les procédures de mesure internes. Un laboratoire d'essai peut trouver avantageux d'évaluer ses incertitudes sur des sous-ensembles de bandes de fréquences d'intérêt, en particulier dans le cas où une grandeur d'entrée d'importance varie de façon significative sur l'ensemble de la gamme de fréquences.

Le pas de fréquence d'un récepteur de mesure n'est pas considéré comme une source d'incertitude car il peut être minimisé en réduisant les incréments, voire totalement évité par un réglage de la fréquence finale. Des recommandations quant au choix de l'incrément sont données dans la CISPR 16-2-1, la CISPR 16-2-2 et la CISPR 16-2-3. Les réglages de la fréquence finale seront normalement effectués aux fréquences critiques par rapport à la limite de perturbation. Si la réduction de l'incrément de fréquence ou le réglage de la fréquence finale n'est pas utilisé, il peut être nécessaire de considérer le pas de fréquence comme une grandeur d'entrée supplémentaire. Ceci s'applique également à la hauteur de l'antenne et au balayage par pas de l'EUT en azimut, pour les mesures d'émissions rayonnées et dans ce cas, il est également préférable d'utiliser le réglage final de la hauteur et de l'azimut. Certains de ces effets sont traités dans la CISPR 16-4-1.

Les coefficients de sensibilité sont des dérivées partielles de l'équation modèle pour les mesurandes (c'est-à-dire les parties gauches des équations modèles) en fonction de la grandeur d'entrée variable. Sachant que tous les modèles d'équations sont linéaires en unités logarithmiques, tous les coefficients de sensibilité c_i deviennent égaux à 1 (c_i = 1) et par conséquent ils ne sont pas indiqués dans les tableaux.

La répétabilité des raccordements par câbles est considérée négligeable par rapport aux autres sources d'incertitude. Par conséquent elle n'est pas incluse comme une grandeur d'entrée pertinente.

A.2 Justification des estimations de grandeurs d'entrée communes à toutes les mesures de perturbations (commentaires “A”)

Les commentaires suivants s'appliquent aux grandeurs d'entrée communes à plusieurs méthodes de mesure, c'est-à-dire celles qui sont identifiées par l'exposant ‘A’ (par exemple $^{A1)}$).

A1) Les lectures sur le récepteur varieront selon des causes telles que l'instabilité du système de mesure et les erreurs d'interpolation d'échelle de mesure.

L'estimation de V_r est la moyenne de nombreuses lectures (échantillonnage supérieur à 10) d'un signal stable, avec une incertitude-type donnée par l'écart-type expérimental de la moyenne (k = 1).

A2) On suppose qu'une estimation de l'atténuation a_c de la liaison entre le récepteur et l'AMN, la pince absorbante ou l'antenne est obtenue d'après un rapport d'étalonnage, de même que l'incertitude globale et le facteur d'élargissement.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0:2011

NOTE 1 Si l'estimation de l'atténuation a_c est obtenue à partir de données d'un fabricant pour un câble ou un atténuateur donné, on peut supposer qu'elle suit une distribution de probabilité rectangulaire ayant une demi-largeur égale à la tolérance spécifiée par le fabricant pour l'atténuation. Si la connexion est un câble et un atténuateur en série, avec des données de fabricants disponibles pour chacun, a_c a deux composantes, chacune disposant de sa propre distribution de probabilité rectangulaire.

NOTE 2 Cette contribution à l'incertitude ne s'applique pas si la pince absorbante est étalonnée avec le câble.

NOTE 3 Dans les Tableaux B.1 à B.6, l'estimation de l'incertitude globale est de 0,1 dB ; dans les Tableaux C.1 et D.1 à D.6, elle est de 0,2 dB ; dans le Tableau E.1, elle est de 0,3 dB et dans le Tableau E.2 elle est de 0,6 dB avec un facteur d'élargissement de 2. Une estimation plus faible de cette contribution à l'incertitude peut être réalisée si l'on utilise pour l'étalonnage du câble un analyseur de réseaux vectoriel.

A3) On suppose qu'une estimation de la correction δV_{sw} pour la précision en tension sinusoïdale du récepteur est disponible d'après un rapport d'étalonnage, ainsi qu'une incertitude globale et un facteur d'élargissement.

NOTE 4 Si un rapport d'étalonnage indique uniquement que la précision en tension sinusoïdale du récepteur s'inscrit dans la tolérance de la CISPR 16-1-1 ($\pm$ 2 dB), alors il convient que l'estimation de la correction δV_{sw} soit prise comme égale à zéro avec une distribution de probabilité rectangulaire ayant une demi-largeur de 2 dB. Si le rapport d'étalonnage indique une valeur inférieure à la tolérance de la CISPR 16-1-1(par exemple, $\pm$ 1 dB), cette valeur doit être utilisée dans le calcul de l'incertitude et non la valeur d'incertitude déclarée du processus d'étalonnage. Si le rapport d'étalonnage fournit des informations détaillées concernant les écarts par rapport aux valeurs de référence, les écarts indiqués et les incertitudes du laboratoire d'étalonnage peuvent être utilisés pour déterminer les incertitudes du récepteur de mesure [12].

A4) En général, il n'est pas possible de corriger l'imperfection des caractéristiques de réponse en impulsion du récepteur.

Il est supposé que l'on dispose d'un rapport de vérification indiquant que la réponse du récepteur en amplitude pour les impulsions est conforme à la tolérance de $\pm$ 1,5 dB de la CISPR 16-1-1 en valeur crête, quasi-crête, moyenne ou efficace. On suppose une estimation nulle de la correction δV_{pa} avec une distribution de probabilité rectangulaire ayant une demi-largeur de 1,5 dB.

La tolérance de la CISPR 16-1-1 pour la réponse aux impulsions répétitives varie en fonction de la fréquence de répétition et du type de détecteur. Il est supposé que l'on dispose d'un rapport de vérification indiquant que les réponses du récepteur aux impulsions répétitives sont conformes aux tolérances de la CISPR 16-1-1. On suppose une estimation nulle de la correction δV_{pr} avec une distribution de probabilité rectangulaire ayant une demi-largeur de 1,5 dB, valeur considérée comme représentative des différentes tolérances de la CISPR 16-1-1.

NOTE 5 Si l'on vérifie que la réponse en amplitude pour les impulsions ou la réponse en fonction de la fréquence de répétition est $\pm \alpha$ dB par rapport à la spécification CISPR ($\alpha \leq 1{,}5$), on peut estimer que la correction pour cette réponse est nulle avec une distribution de probabilité rectangulaire ayant une demi-largeur de α dB.

NOTE 6 Si une perturbation produit un signal non modulé (en onde entretenue) au détecteur, il n'est pas nécessaire de tenir compte des corrections de réponse en impulsion.

A5) En général, le niveau de bruit de fond d'un récepteur CISPR est suffisamment éloigné de la limite de la tension perturbatrice ou de la limite de puissance perturbatrice pour que son effet sur les résultats de mesure à proximité de ces limites soit négligeable. Cependant, pour les perturbations rayonnées, la proximité de bruit de fond du récepteur peut influencer les résultats de mesure au voisinage de la limite de perturbation rayonnée.

Pour les mesures de perturbations rayonnées à des fréquences inférieures à 1 GHz, l'écart δV_{nf} est estimé compris entre zéro et +1,1 dB. La correction est estimée égale à zéro comme si l'écart était symétrique autour de la valeur à mesurer, avec une distribution de probabilité rectangulaire ayant une demi-largeur de 1,1 dB. Une éventuelle correction de l'effet du bruit de fond dépendrait du type de signal (par exemple impulsionnel ou non modulé) ainsi que du rapport signal-bruit et l'indication du niveau de bruit serait modifiée. La valeur de 1,1 dB est extraite de la Figure A.1 pour un rapport S/B = 14 dB. Ce rapport S/B a été obtenu pour une valeur de bruit de 6 dB et en utilisant

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

$$E_{NQP} = V_{NQP} + F_a + a_c$$
$$E_{NQP} = -67 + 10\lg F_N + 10\lg B_N + w_{NQP} + F_a + a_c \quad \text{(A.1)}$$

où

E_{NQP} est l'intensité de champ équivalente du plancher de bruit quasi-crête, en dB(µV/m);

V_{NQP} est le bruit de fond quasi-crête du récepteur, en dB(µV);

F_a est le facteur d'antenne à la fréquence de réception, en dB(1/m);

a_c est l'atténuation du câble de raccordement de l'antenne, en dB;

F_N est le facteur de bruit du récepteur de mesure, c'est-à-dire un nombre;

10lg F_N est la valeur de bruit du récepteur de mesure, en dB;

B_N est la largeur de bande de bruit du récepteur de mesure, en Hz;

w_{NQP} est le coefficient de pondération quasi crête du bruit, en dB;

-67 $10\lg(kT_0 \times 1\text{Hz} / P_{1\,\mu V})$ est le niveau de bruit absolu en dB(µV), dans une largeur de bande de 1 Hz, où k = constante de Boltzmann, T_0 = 293,15 K et $P_{1\mu V}$ est la puissance générée par 1 µV sur 50 Ω.

Le cas le plus défavorable S/B est obtenu à proximité de 1 000 MHz. Pour 10lg F_N = 6, 10lg B_N = 50,8 (à 120 kHz), le coefficient de pondération w_{NQP} étant de 7 dB, le facteur d'antenne d'une LPDA de F_a = 24 dB(m^{-1}) pour 1 000 MHz et l'atténuation du câble a_c = 2 dB, l'indication du bruit quasi crête en termes d'intensité de champ est E_{NQP} = 23 dB(µV/m). Ceci est comparé à un niveau de perturbation à la limite d'émission de 37 dB(µV/m), à une distance de 10 m, de manière à obtenir un rapport signal/bruit S/B de 14 dB. Dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 200 MHz, le rapport S/B est plus élevé et par conséquent on suppose un S/B > 20 dB. Pour une distance de 3 m, la limite du champ d'émission du champ électrique est supérieure, ce qui donne également un rapport S/B plus élevé. Pour une distance de 30 m, on suppose des limites d'émission de classe A, ce qui donne le même rapport S/B que pour 10 m.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

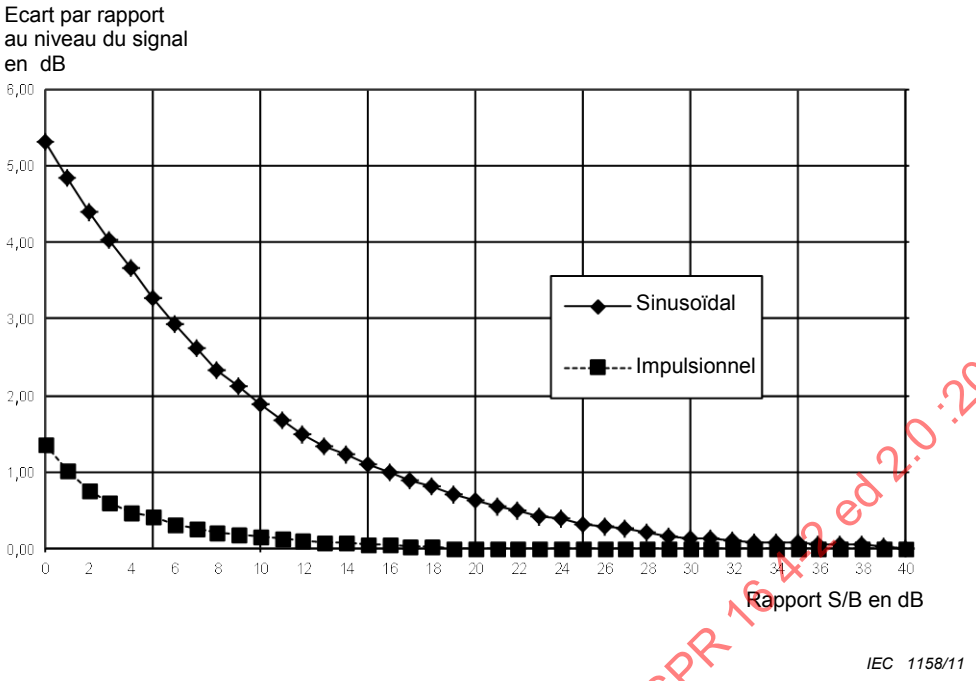


Figure A.1 – Écart de l'indication de niveau du détecteur de quasi-crête par rapport au niveau du signal à l'entrée du récepteur, pour deux cas: signal sinusoïdal et signal impulsionnel (PRF de 100 Hz)

Pour des mesures de perturbations rayonnées dans une FAR, on suppose une limite d'émission de 42 dB(μV/m), ce qui donne un rapport S/B = 19 dB à 1 000 MHz. On estime ensuite que l'écart δV_{nf} est compris entre zéro et +0,7 dB.

Pour des mesures de perturbations rayonnées de 1 GHz à 18 GHz, la gamme de fréquences est divisée en

– 1 GHz à 6 GHz, où les limites d'émission de la CISPR 22 sont prises en compte, ce qui signifie que de 1 GHz à 3 GHz, il est appliqué une limite moyenne de 50 dB(μV/m) et une limite crête de 70 dB(μV/m) et que de 3 GHz à 6 GHz il est appliqué une limite moyenne de 54 dB(μV/m) et une limite crête de 74 dB(μV/m); et

– 6 GHz à 18 GHz, où les limites d'émission supposées sont une limite moyenne de 54 dB(μV/m) et une limite crête de 74 dB(μV/m).

Jusqu'à 6 GHz, on suppose une valeur de bruit du système 10lg F_N = 6 dB. Pour la gamme de fréquences au-dessus de 6 GHz, on suppose que 10lg F_N = 4 dB, ce qui signifie qu'un préamplificateur est monté sur l'accès antenne. En utilisant les données de la Figure A.2 avec des valeurs minimales de S/B = 22 dB sous 6 GHz et 19 dB au-dessus de 6 GHz, on obtient des écarts allant jusqu'à 0,5 dB (sous 6 GHz) et jusqu'à 0,8 dB (au-dessus de 6 GHz).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

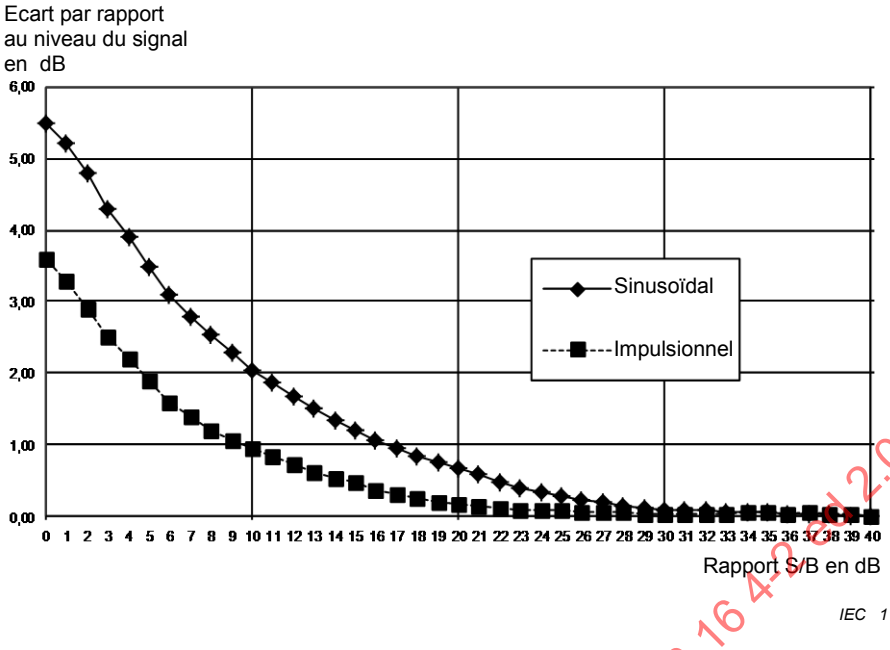
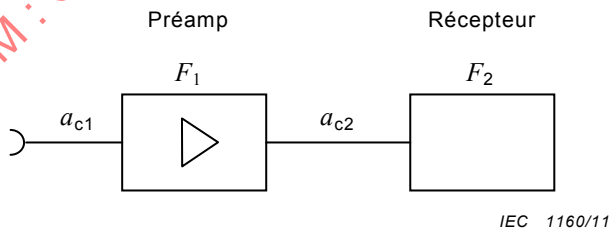


Figure A.2 – Écart de l'indication de niveau du détecteur de crête par rapport au niveau du signal à l'entrée du récepteur, pour deux cas: signal sinusoïdal et signal impulsionnel (PRF de 100 Hz)

NOTE 7 La valeur de bruit du système N_{fsyst} est la valeur de bruit du système qui est constitué d'un récepteur de mesure, d'un préamplificateur et d'un ou de plusieurs câbles d'interconnexion, comme cela est vu depuis l'accès antenne. Il détermine de bruit de fond et le rapport signal/bruit d'un signal au niveau limite. F_1 et F_2 sont les facteurs le bruit du préamplificateur et du récepteur de mesure, a_{c1} et a_{c2} sont les valeurs d'atténuation en dB des deux câbles de connexion. G_1 = 10lg g_1 est le gain du préamplificateur en dB moins l'atténuation a_{c2} (G_1 = G_{pr} – a_{c2}). La valeur de bruit N_{ftot} est le facteur de bruit F_{tot} référencé à l'entrée du préamplificateur en dB. Pour conserver une faible valeur de bruit du système, il convient de maintenir l'atténuation A_{c1} de l'interconnexion entre l'accès antenne et le préamplificateur aussi faible que possible. La valeur de bruit du système est illustrée par l'Equation (A.2) et la Figure A.3.

$$F_{tot} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{g_1} \quad , \quad N_{ftot} = 10\lg F_{tot} \quad , \quad N_{fsyst} = a_{c1} + N_{ftot} \tag{A.2}$$



Légende

a_{c1} et a_{c2} atténuations des câbles d'interconnexion

F_1 et F_2 facteurs de bruit respectifs du préamplificateur et du récepteur de mesure

Figure A.3 – Illustration des valeurs de bruit du système

A6) Lorsqu'un facteur de conversion (facteur de division en tension pour un AMN, un AAN, une VP et une CVP, l'admittance de transfert d'une sonde de courant, le facteur de pince absorbante et le facteur d'antenne) est calculé par interpolation entre des fréquences auxquelles les données d'étalonnage sont disponibles, l'incertitude associée à ce facteur de conversion dépend de l'intervalle de fréquence entre les points d'étalonnage et la variabilité du facteur de conversion en fonction de la fréquence. Un tracé du facteur de conversion étalonné en fonction de la fréquence aide à visualiser les variations du facteur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2:2011/Amd 2.0 :2011

Les corrections δF_{AMNf}, δF_{VPf}, δF_{AANf}, δF_{CVPf}, δY_{Tf} pour le facteur de division en tension et l'erreur d'interpolation de l'admittance de transfert sont estimées nulles avec une distribution de probabilité rectangulaire ayant une demi-largeur de 0,1 dB.

La correction δF_{ACf} pour l'erreur d'interpolation du facteur de pince absorbante est estimée nulle avec une distribution de probabilité rectangulaire ayant une demi-largeur de 0,2 dB.

La correction δF_{af} pour l'erreur d'interpolation du facteur d'antenne est estimée nulle, avec une distribution de probabilité rectangulaire ayant une demi-largeur de 0,3 dB.

NOTE A toute fréquence pour laquelle est disponible un facteur de conversion étalonné, il n'est pas nécessaire de prendre en compte la correction δF_{xf}.

A7) Incertitude de désadaptation

a) Généralités

En général, l'accès récepteur d'un AMN, d'une pince absorbante, d'une antenne ou autre matériel auxiliaire sera raccordé à l'accès 1 d'un réseau à deux accès dont l'accès 2 est terminé par un récepteur de coefficient de réflexion Γ_r. Le réseau à deux accès, qui peut être un câble, un atténuateur, un atténuateur et un câble en série, ou d'autres combinaisons de composants, peut être représenté par ses paramètres S. La correction de la désadaptation est alors:

$$\delta M = 20 \lg\left[(1-\Gamma_e S_{11})(1-\Gamma_r S_{22}) - S_{21}^2 \Gamma_e \Gamma_r\right] \quad \text{(A.3)}$$

où Γ_e est le coefficient de réflexion vu au travers de l'accès récepteur de l'AMN ou de la pince absorbante, l'EUT étant raccordé, ou au travers de l'accès de l'antenne quand il est configuré pour mesurer des perturbations. Tous les paramètres sont référencés à 50 Ω.Le contexte est fourni en [13].

Lorsqu'on ne connaît que les amplitudes ou les extrêmes des amplitudes des paramètres, il n'est pas possible de calculer δM, mais ses valeurs extrêmes $\delta M\pm$ ne sont pas supérieures à:

$$\delta M^{\pm} = 20 \lg\left[1 \pm \left(|\Gamma_e||S_{11}| + |\Gamma_r||S_{22}| + |\Gamma_e||\Gamma_r||S_{11}||S_{22}| + |\Gamma_e||\Gamma_r||S_{21}|^2\right)\right] \quad \text{(A.4)}$$

La distribution de probabilité de δM est approximativement en U, avec une largeur inférieure à ($\delta M^+ - \delta M^-$) et un écart-type inférieur à la demi-largeur divisée par $\sqrt{2}$.

b) Perturbations conduites et puissance perturbatrice

Pour des mesures de tension perturbatrice et de puissance perturbatrice, Γ_e est lié par les atténuateurs spécifiés dans la CISPR 16-1-2 (10 dB) et dans la CISPR 16-1-3 (6 dB) respectivement.

Par conséquent, on suppose une amplitude du coefficient de réflexion le plus défavorable de $|\Gamma_e|$ = 0,1 pour des mesures de tension perturbatrice et $|\Gamma_e|$ = 0,25 pour des mesures de puissance perturbatrice. On suppose également que le raccordement au récepteur est assurée au moyen d'un câble ayant une bonne adaptation ($|S_{11}|$ << 1, $|S_{22}|$ << 1) d'atténuation négligeable ($|S_{21}| \approx 1$) et que l'atténuation du récepteur RF est réglée à 10 dB ou plus ; dans ce cas, la tolérance de la CISPR 16-1-1 pour un (rapport d'ondes stationnaires) $r_{os} \leq$ 1,2:1 implique une valeur de $|\Gamma_r| \leq 0{,}09$.

Pour des mesures de tension perturbatrice au moyen d'une sonde de tension, il convient de supposer un coefficient de réflexion de la sonde de tension proprement dite de $|\Gamma_e|$ = 1 (due à l'impédance élevée de la source). Par conséquent, il convient que l'atténuation minimale du récepteur RF soit de 10 dB, ce qui implique une valeur $|\Gamma_r| \leq 0{,}09$.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed2.0 :2011

Pour des mesures de courant perturbateur au moyen d'une sonde de courant, il convient de supposer un coefficient de réflexion de la sonde de courant proprement dite de $|\Gamma_e|$ = 1 (due à la faible impédance de la source). Par conséquent, il convient que l'atténuation minimale du récepteur RF soit de 10 dB, ce qui implique une valeur $|\Gamma_r| \leq 0{,}09$.

c) Perturbations rayonnées

Pour des mesures de perturbations rayonnées à une fréquence inférieure à 1 GHz, on suppose une spécification d'antenne de $r_{os} \leq 2{,}0{:}1$, ce qui implique une valeur $|\Gamma_e| \leq 0{,}33$. On suppose également que le raccordement au récepteur est réalisée au moyen d'un câble bien adapté ($|S_{11}|$ << 1, $|S_{22}|$ << 1) d'atténuation négligeable ($|S_{21}| \approx 1$) et que l'atténuation RF du récepteur est de 0 dB ; dans ce cas la tolérance de la CISPR 16-1-1 pour un $r_{os} \leq 2{,}0{:}1$ implique une valeur $|\Gamma_r| \leq 0{,}33$.

Pour des mesures de perturbations rayonnées à une fréquence supérieure à 1 GHz, on suppose une spécification d'antenne de $r_{os} \leq 2{,}0{:}1$, ce qui implique une valeur $|\Gamma_e| \leq 0{,}33$. On suppose également que le raccordement au récepteur est réalisé au moyen d'un câble bien adapté ($|S_{11}|$ << 1, $|S_{22}|$ << 1) d'atténuation minimale de 1 dB à 1 GHz ($|S_{21}| \approx 0{,}9$) et que l'atténuation du récepteur RF est de 0 dB ; dans ce cas la tolérance de la CISPR 16-1-1 pour un $r_{os} \leq 3{,}0{:}1$ implique une valeur $|\Gamma_r| \leq 0{,}50$.

Si l'on utilise un préamplificateur extérieur au récepteur, deux incertitudes de désadaptation doivent être prises en compte: entre l'accès antenne et l'accès entrée du préamplificateur et entre l'accès sortie du préamplificateur et l'accès entrée du récepteur. Pour le préamplificateur on suppose, à la fois pour l'entrée et la sortie, un ROS de $r_{os} \leq 2{,}0{:}1$. L'utilisation d'un préamplificateur extérieur est prise en compte dans l'Annexe E pour la gamme de fréquences au-dessus 1 GHz. En général, on n'utilise pas de préamplificateurs extérieurs au dessous de 1 GHz, mais si c'est le cas, il est admis d'utiliser l'Annexe E comme modèle pour le calcul de l'incertitude.

La correction δM est estimée nulle avec une distribution de probabilité de forme en U ayant une largeur égale à la différence ($\delta M^+ - \delta M^-$). Les sources correspondantes sont indiquées en [10] et [11].

NOTE 8 Les expressions pour δM et δM$^{\pm}$ montrent que cette erreur de désadaptation peut être réduite en augmentant l'atténuation du réseau à deux accès bien adaptés qui précèdent le récepteur. Par contre, cela entraîne une réduction de la sensibilité de mesure.

NOTE 9 Pour certaines antennes et à certaines fréquences, le r_{os} peut être bien supérieur à 2,0:1, par exemple 20:1 pour des antennes biconiques à 30 MHz. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser un atténuateur 6-dB pour limiter l'incertitude de désadaptation et pour tenir compte d'un rapport S/B moindre [voir commentaire A5)].

NOTE 10 Des précautions peuvent être nécessaires pour assurer que l'impédance vue par le récepteur soit conforme à la spécification de la CISPR 16-1-4 qui indique un $r_{os} \leq 2{,}0{:}1$ lorsqu'une antenne complexe est utilisée.

NOTE 11 Si un AMN ou une pince absorbante est étalonné(e) avec un atténuateur branché en permanence à son accès de sortie, l'effet de l'impédance de l'EUT sur l'erreur de désadaptation sera réduit au fur et à mesure que la valeur de l'atténuation augmente, c'est-à-dire $|\Gamma_e| \leq |\Gamma_a| + 0{,}5 \times 10^{a/20}$ où $|\Gamma_a|$ et a sont le coefficient de réflexion et l'atténuation de l'atténuateur respectivement, en dB.

NOTE 12 Autres considérations relatives à l'Equation (A.3): a) Du fait de l'absence de corrélation ou d'une corrélation qui n'est que faible des cumulateurs (opérandes ou termes de la somme), l'addition linéaire peut être remplacée par la règle de la somme quadratique. b) Les cumulateurs ayant en général une faible amplitude, il peut également être appliqué une autre approximation (où $\delta M^{\pm}$ est la demi-largeur de la distribution en U) (voir également [5] et [8]), ce qui donne finalement:

$$\delta M^{\pm} \approx 8{,}7\sqrt{(|\Gamma_e||S_{11}|)^2 + (|\Gamma_r||S_{22}|)^2 + (|\Gamma_e||\Gamma_r||S_{21}|^2)^2} \text{ dB}$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2:2011/Amd 2:2014

Annexe B
(informative)

Base des valeurs de U_{cispr} dans le Tableau 1, budgets d'incertitude et justification pour des mesures de perturbations conduites

B.1 Budget d'incertitude pour des mesures de perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'un réseau fictif d'alimentation (AMN)

Le mesurande V est calculé comme suit:

$$V = V_r + a_c + F_{AMN} + \delta F_{AMNf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_{AMN} + \delta D_{mains} + \delta V_{env} \quad \text{(B.1)}$$

Tableau B.1 – Mesures des perturbations conduites de 9 kHz à 150 kHz au moyen d'un AMN 50 Ω/50 µH + 5 Ω

Grandeur d'entrée [a]	X_i	Incertitude sur x_i dB	Fonction de distribution de probabilité	$c_i\, u(x_i)$ [b] dB
Lecture sur le récepteur [A1)]	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Atténuation: AMN-récepteur [A2)]	a_c	± 0,1	k = 2	0,05
Facteur de division en tension de l'AMN [B1)]	F_{AMN}	± 0,2	k = 2	0,10
Corrections du récepteur:				
Tension sinusoïdale [A3)]	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Réponse en amplitude pour les impulsions [A4)]	δV_{pa}	± 1,5	Rectangulaire	0,87
Réponse en fonction de la fréquence de répétition [A4)]	δV_{pr}	± 1,5	Rectangulaire	0,87
Rapport signal à bruit du récepteur [A5)]	δV_{nf}	± 0,0		0,00
Interpolation en fréquence du VDF de l'AMN [A6)]	δF_{AMNf}	± 0,1	Rectangulaire	0,06
Désadaptation: AMN-récepteur [A7)]	δM	± 0,07	Forme en U	0,05
Impédance de l'AMN [B2)]	δZ_{AMN}	+3,1/–3,6	Triangulaire	1,37
Effet des perturbations secteur [B5)]	δD_{mains}	± 0,0		0,00
Effet de l'environnement [B19)]	δV_{env}	-	-	-

[a] Les exposants (par exemple "[A1)]") correspondent aux commentaires numérotés dans les annexes (voir A.2 et B.6).

[b] Tout c_i = 1 (voir A.1).

D'où: Incertitude globale $U(V)$ = 2 $u_c(V)$ = 3,83 dB

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

Tableau B.2 – Mesures des perturbations conduites de 150 kHz à 30 MHz au moyen d'un AMN 50 Ω/50 µH

Grandeur d'entrée [a]	X_i	Incertitude sur x_i		$c_i\ u(x_i)$ [b]
		dB	Fonction de distribution de probabilité	dB
Lecture sur le récepteur [A1)]	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Atténuation: AMN-récepteur [A2)]	a_c	± 0,1	k = 2	0,05
Facteur de division en tension de l'AMN [B1)]	F_{AMN}	± 0,2	k = 2	0,10
Corrections du récepteur:				
Tension sinusoïdale [A3)]	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Réponse en amplitude pour les impulsions [A4)]	δV_{pa}	± 1,5	Rectangulaire	0,87
Réponse en fonction de la fréquence de répétition [A4)]	δV_{pr}	± 1,5	Rectangulaire	0,87
Rapport signal à bruit du récepteur [A5)]	δV_{nf}	± 0,0		0,00
Interpolation en fréquence du VDF de l'AMN [A6)]	δF_{AMNf}	± 0,1	Rectangulaire	0,06
Désadaptation: AMN-récepteur [A7)]	δM	± 0,07	Forme en U	0,05
Impédance de l'AMN [B2)]	δZ_{AMN}	+2,6/–2,7	Triangulaire	1,08
Effet des perturbations secteur [B5)]	δD_{mains}	± 0,0		0,00
Effet de l'environnement [B19)]	δV_{env}	-	-	-

[a] Les exposants (par exemple "[A1)]") correspondent aux commentaires numérotés dans les annexes (voir A.2 et B.6).

[b] Tout c_i = 1 (voir A.1).

D'où: Incertitude globale $U(V) = 2u_c(V)$ = 3,44 dB

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

B.2 Budget d'incertitude pour des mesures de perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'une sonde de tension (VP)

Le mesurande V est calculé comme suit:

$$V = V_r + a_c + F_{VP} + \delta F_{VPf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_{vp} + \delta D_{mains} + \delta Z_{mains} + \delta V_{env} \quad \text{(B.2)}$$

Tableau B.3 – Mesures des perturbations conduites de 9 kHz à 30 MHz au moyen d'une VP

Grandeur d'entrée [a]	X_i	Incertitude sur x_i		$c_i\, u(x_i)$ [b]
		dB	Fonction de distribution de probabilité	dB
Lecture sur le récepteur [A1)]	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Atténuation: VP-récepteur [A2)]	a_c	± 0,1	k = 2	0,05
Facteur de division en tension (VDF) de la VP [B3)]	F_{VP}	± 0,2	k = 2	0,10
Corrections du récepteur:				
Tension sinusoïdale [A3)]	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Réponse en amplitude pour les impulsions [A4)]	δV_{pa}	± 1,5	Rectangulaire	0,87
Réponse en fonction de la fréquence de répétition [A4)]	δV_{pr}	± 1,5	Rectangulaire	0,87
Rapport signal à bruit du récepteur [A5)]	δV_{nf}	± 0,0		0,00
Interpolation en fréquence du VDF de la VP [A6)]	δF_{VPf}	± 0,1	Rectangulaire	0,06
Désadaptation: VP - récepteur [A7)]	δM	+0,7/–0,8	Forme en U	0,53
Impédance de la VP [B4)]	δZ_{VP}	± 0,5	Triangulaire	0,20
Effet des perturbations secteur [B5)]	δD_{mains}	-	-	-
Effet de l'impédance d'alimentation en comparaison à celle de l'AMN [B5)]	δZ_{mains}	± 30,0	Triangulaire	12,24
Effet de l'environnement [B19)]	δV_{env}	-	-	-

[a] Les exposants (par exemple "A1)") correspondent aux commentaires numérotés dans les annexes (voir A.2 et B.6).

[b] Tout c_i = 1 (voir A.1).

D'où: incertitude globale

$$U(V) = 2u_c(V) = \begin{cases} 2{,}91\text{dB} \\ 24{,}65\text{ dB(compte tenu de l'effet de l'impédance d'alimentation en comparaison à celle de l'AMN)} \end{cases}$$

NOTE Il est recommandé de prendre en compte l'incertitude globale avec effet de l'impédance d'alimentation en comparaison à l'AMN (c'est-à-dire 24,65 dB) lorsque les limites d'émission sont définies pour la méthode d'essai de l'AMN. Pour les mesures sur le terrain, la comparaison avec l'AMN ne s'applique pas, ce qui signifie que seule l'incertitude de mesure de la sonde de tension (2,9 dB) s'applique. Pour les essais sur le terrain, il peut être nécessaire de prendre en compte d'autres grandeurs d'entrée (par exemple δD_{mains}, δV_{env}).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

B.3 Budget d'incertitude pour des mesures de perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'un réseau fictif asymétrique (AAN)

Le mesurande V est calculé comme suit:

$$V = V_r + a_c + F_{AAN} + \delta F_{AANf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_{AAN} + \delta a_{lcl} + \delta D_{AE} + \delta V_{env} \quad \text{(B.3)}$$

Tableau B.4 – Mesures des perturbations conduites de 150 kHz à 30 MHz au moyen d'un AAN

Grandeur d'entrée [a]	X_i	Incertitude sur x_i		$c_i\, u(x_i)$ [b]
		dB	Fonction de distribution de probabilité	dB
Lecture sur le récepteur [A1)]	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Atténuation: AAN-récepteur [A2)]	a_c	± 0,1	k = 2	0,05
Facteur de division en tension (VDF) de l'AAN [B6)]	F_{AAN}	± 0,2	k = 2	0,10
Corrections du récepteur:				
Tension sinusoïdale [A3)]	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Réponse en amplitude pour les impulsions [A4)]	δV_{pa}	± 1,5	Rectangulaire	0,87
Réponse en fonction de la fréquence de répétition [A4)]	δV_{pr}	± 1,5	Rectangulaire	0,87
Rapport signal à bruit du récepteur [A5)]	δV_{nf}	± 0,0		0,00
Interpolation en fréquence du VDF de l'AAN [A6)]	δF_{AANf}	± 0,1	Rectangulaire	0,06
Désadaptation: AAN - récepteur [A7)]	δM	+0,7/–0,8	Forme en U	0,53
Impédance asymétrique de l'AAN [B7)]	δZ_{AAN}	+2,5/–2,0	Triangulaire	0,92
Affaiblissement de conversion longitudinale de l'AAN [B8)]				
AAN avec a_{LCL} = 55 … 40 dB [c]	δa_{LCL}	+3,0/-3,0	Triangulaire	1,22
AAN avec a_{LCL} = 65 … 50 dB [c]	δa_{LCL}	+3,0/-4,5	Triangulaire	1,53
AAN avec a_{LCL} = 75 … 60 dB [c]	δa_{LCL}	+3,0/-6,0	Triangulaire	1,84
Effet des perturbations générées par l'AE [B9)]	δD_{AE}	± 0,2	Rectangulaire	0,12
Effet de l'environnement [B19)]	δV_{env}	-	-	-

a Les exposants (par exemple "[A1)]") correspondent aux commentaires des annexes (voir A.2 et B.6).

b Tout c_i = 1 (voir A.1).

c a_{LCL} commence à 150 kHz avec une valeur de 55 dB (respectivement 65 dB ou 75 dB), varie en fonction de la fréquence et atteint une valeur de 40 dB (respectivement 50 dB ou 60 dB) à 30 MHz.

D'où: incertitude globale: $U(V) = 2u_c(V) = \begin{cases} 4{,}20\,\text{dB, pour AAN avec } a_{LCL} = 55...40\,\text{dB} \\ 4{,}59\,\text{dB, pour AAN avec } a_{LCL} = 65...50\,\text{dB} \\ 5{,}03\,\text{dB, pour AAN avec } a_{LCL} = 75...60\,\text{dB} \end{cases}$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2:2011/Amd 2.0:2011

B.4 Budget d'incertitude pour des mesures de perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'une sonde de tension capacitive (CVP)

Le mesurande V est calculé comme suit:

$$V = V_r + a_c + F_{CVP} + \delta F_{CVPf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_{cvp} + \delta F_{cpos} + \delta F_{crad} + \delta D_{AE} + \delta Z_{AE} + \delta V_{env} \quad \text{(B.4)}$$

Tableau B.5 – Mesures des perturbations conduites de 150 kHz à 30 MHz au moyen d'une sonde de tension capacitive (CVP)

Grandeur d'entrée [a]	X_i	Incertitude sur x_i		$c_i\, u(x_i)$ [b]
		dB	Fonction de distribution de probabilité	dB
Lecture sur le récepteur [A1)]	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Atténuation: CVP-récepteur [A2)]	a_c	± 0,1	k = 2	0,05
Facteur de division en tension (VDF) de la CVP [B10)]	F_{CVP}	± 0,5	k = 2	0,25
Corrections du récepteur:				
Tension sinusoïdale [A3)]	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Réponse en amplitude pour les impulsions [A4)]	δV_{pa}	± 1,5	Rectangulaire	0,87
Réponse en fonction de la fréquence de répétition [A4)]	δV_{pr}	± 1,5	Rectangulaire	0,87
Rapport signal à bruit du récepteur [A5)]	δV_{nf}	± 0,0		0,00
Interpolation en fréquence du VDF de la CVP [A6)]	δF_{CVPf}	± 0,1	Rectangulaire	0,06
Désadaptation: CVP à récepteur [A7)]	δM	+0,7/–0,8	Forme en U	0,53
Impédance de la CVP [B11)]	δZ_{CVP}	+1/-2	Rectangulaire	0,87
Effet de la position du câble sur F_{cvp} [B12)]	δF_{cpos}	0,5	k = 1	0,5
Effet du rayon de courbure du câble sur F_{cvp} [B13)]	δF_{crad}	0,76	k = 1	0,76
Effet des perturbations générées par l'AE [B14)]	δD_{AE}	(-)	-	(-)
Effet de l'impédance de l'AE [B14)]	δZ_{AE}	± 30	Triangulaire	12,24
Effet de l'environnement [B19)]	δV_{env}	-	-	-

[a] Les exposants (par exemple "[A1)]") correspondent aux commentaires numérotés dans les annexes (voir A.2 et B.6).

[b] Tout c_i = 1 (voir A.1).

D'où: incertitude globale $U(V) = 2u_c(V) = \begin{cases} 3{,}85\,\text{dB} \\ 24{,}78\ \text{dB, compte tenu de l'effet de l'impédance de l'AE en comparaison à celle de l'AAN} \end{cases}$

NOTE 1 L'ajustement des mesures à la sonde de tension capacitive par des mesures à la sonde de courant peuvent être envisagées [voir commentaire B18)].

NOTE 2 Il est recommandé de prendre en compte l'incertitude globale avec effet de l'impédance de l'AE, en comparaison à l'AAN (c'est-à-dire 24,78 dB) lorsque les limites d'émission sont définies pour la méthode d'essai de l'AAN.

B.5 Budget d'incertitude pour des mesures de perturbations conduites à un accès télécommunications au moyen d'une sonde de courant (CP)

Le mesurande I est calculé comme suit:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2:2011/Amd 2.0:2014

$$I = V_r + a_c + Y_T + \delta Y_{Tf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_{cp} + \delta D_{AE} + \delta Z_{AE} + \delta I_{env} \quad \text{(B.5)}$$

Tableau B.6 – Mesures des perturbations conduites de 9 kHz à 30 MHz au moyen d'une CP

Grandeur d'entrée [a]	X_i	Incertitude sur x_i		$c_i\, u(x_i)$ [b]
		dB	Fonction de distribution de probabilité	dB
Lecture sur le récepteur [A1)]	V_r	± 0,1	k = 1	0,10
Atténuation: sonde de courant-récepteur [A2)]	a_c	± 0,1	k = 2	0,05
Admittance de transfert de la sonde de courant [B15)]	Y_T	± 0,3	k = 2	0,15
Corrections du récepteur:				
Tension sinusoïdale [A3)]	δV_{sw}	± 1,0	k = 2	0,50
Réponse en amplitude pour les impulsions [A4)]	δV_{pa}	± 1,5	Rectangulaire	0,87
Réponse en fonction de la fréquence de répétition [A4)]	δV_{pr}	± 1,5	Rectangulaire	0,87
Rapport signal à bruit du récepteur [A5)]	δV_{nf}	± 0,0		0,00
Interpolation en fréquence de l'admittance de transfert [A6)]	δY_{Tf}	± 0,1	Rectangulaire	0,06
Désadaptation: sonde de courant-récepteur [A7)]	δM	+0,7/–0,8	Forme en U	0,53
Impédance d'insertion de la sonde de courant [B16)]	δZ_{CP}	+0,1	Rectangulaire	0,06
Effet des perturbations générées par l'AE [B17)]	δD_{AE}	-	-	-
Effet de l'impédance de l'AE [B17)]	δZ_{AE}	± 30	Triangulaire	12,24
Effet de l'environnement [B19)]	δI_{env}	-	-	-

[a] Les exposants (par exemple "[A1)]") correspondent aux commentaires numérotés dans les annexes (voir A.2 et B.6).

[b] Tout c_i = 1 (voir A.1).

D'où: incertitude globale $U(I) = 2u_c(I) = \begin{cases} 2{,}89\,\text{dB} \\ 24{,}65\,\text{dB, compte tenu de l'effet de l'impédance de l'AE en comparaison à celle de l'AAN} \end{cases}$

NOTE Il est recommandé de prendre en compte l'incertitude globale avec effet de l'impédance de l'AE, en comparaison à l'AAN (c'est-à-dire 24,65 dB) lorsque les limites d'émission sont définies pour la méthode d'essai de l'AAN.

B.6 Justification des estimations de grandeurs d'entrée spécifiques aux méthodes de mesure de perturbations conduites

B1) On suppose qu'une estimation du facteur de division en tension de l'AMN, F_{AMN}, est disponible d'après un rapport d'étalonnage, ainsi qu'une incertitude globale et un facteur d'élargissement.

B2) La tolérance d'impédance de la CISPR 16-1-2 pour un AMN 50 Ω/50 µH + 5 Ω ou un AMN 50 Ω/50 µH exige que l'amplitude de l'impédance soit limitée ± 20 % par rapport à celle de l'impédance nominale et à ± 11,5° par rapport à l'angle de phase nominal lorsque l'accès récepteur est terminé par 50 Ω.

On suppose que l'impédance présentée par l'accès EUT de l'AMN, lorsque l'accès récepteur est terminé par 50 Ω, s'inscrit dans un cercle centré sur l'impédance nominale dans un plan d'impédance complexe, ce cercle ayant un rayon égal à 20 % de l'amplitude de l'impédance nominale. Cela donne une tolérance sur la phase de l'impédance proportionnée à celle de l'amplitude de l'impédance. L'estimation de la correction δZ_{AMN} est nulle avec une distribution de probabilité limitée par les extrêmes

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

de toutes les combinaisons de l'impédance contrainte de l'AMN et de l'impédance non contrainte de l'EUT, dans la gamme de fréquences définie (voir [9] pour les références contextuelles). On suppose que la distribution de probabilité est triangulaire parce qu'il n'existe qu'une faible chance de rencontrer les combinaisons particulières de fréquence, d'impédance de l'AMN et d'impédance de l'EUT nécessaires pour produire ces extrêmes.

NOTE Si un adaptateur est utilisé à l'accès EUT de l'AMN pour pouvoir brancher la fiche du cordon d'alimentation de l'EUT proprement dit, les exigences relatives à l'impédance définies dans la CISPR 16-1-2 doivent être satisfaites au point de connexion de l'EUT (c'est-à-dire au niveau de l'adaptateur).

B3) On suppose qu'une estimation du facteur de division en tension de la sonde de tension, F_{vp}, est disponible d'après un rapport d'étalonnage, ainsi qu'une incertitude globale et un facteur d'élargissement.

B4) La CISPR 16-1-2 définit l'impédance de la sonde de tension comme étant égale à 1 500 Ω sans aucune tolérance. Les résistances disponibles ont des tolérances maximales de 5 %. En outre, il convient de tenir compte d'une capacité de couplage de 10 nF qui rend le facteur de division en tension dépendant de la fréquence. Par ailleurs, des sondes de tension types ont une capacité allant jusqu'à 10 pF, apparaissant comme une capacité de shunt.

B5) Pour des mesures au moyen d'un AMN, les perturbations secteur sont supposées être éliminées par l'AMN proprement dit ou par des filtres supplémentaires si nécessaire.

Les sondes de tension sont appliquées sans découplage entre l'EUT et le réseau d'alimentation. Il s'agit là d'une source importante d'incertitude (par exemple dans le cas d'essais sur le terrain). L'impédance du secteur et les perturbations du secteur sont inconnues. Il n'est pas possible de fournir des estimations de l'incertitude due aux effets du côté secteur. L'expérience de l'utilisateur et son jugement sont nécessaires dans des mesures réelles. Par conséquent, il n'est pas fourni d'estimation de cette grandeur d'entrée.

Si des mesures effectuées au moyen de sondes de tension sont comparées à des mesures effectuées au moyen d'un AMN, l'impédance d'alimentation Z_{mains} comparée à l'impédance de la sonde Z_{vp} et à l'impédance de l'AMN Z_{AMN} est déterminante pour le résultat obtenu. Si l'on suppose une impédance élevée de l'EUT, si Z_{mains} >> Z_{vp}, le résultat des mesures peut être jusqu'à 30 fois (environ 30 dB) supérieur au résultat obtenu au moyen d'un AMN. De la même manière, si Z_{mains} << Z_{AMN}, la tension perturbatrice mesurée est proportionnelle au facteur Z_{mains}/Z_{AMN}. Il est possible d'avoir des facteurs aussi faibles que 1/30 (environ -30 dB), de sorte que l'impédance Z_{mains} devienne partie intégrante de l'appareillage de mesure et que l'incertitude de mesure augmente à ± 30 dB. Ainsi, une valeur plus faible de U_{cispr} pour des mesures au moyen d'une sonde de tension dans le Tableau 1 ne justifie pas un remplacement de l'AMN par la sonde de tension.

B6) On suppose qu'une estimation du facteur de division en tension de l'AAN, F_{AAN}, est disponible d'après un rapport d'étalonnage, ainsi qu'une incertitude globale et un facteur d'élargissement.

B7) La CISPR 16-1-2 définit l'impédance de l'AAN comme égale à 150 Ω avec une tolérance d'amplitude de ± 20 Ω et une tolérance de phase de ± 20°.

B8) La CISPR 16-1-2 fournit des exemples d'exigences de LCL et la CISPR 22 définit les LCL dépendants de la fréquence avec des points de rupture à 5 MHz et des tolérances spécifiques pour les câbles suivants:

Cat 3	55 dB chutant à 40 dB à 30 MHz,	avec une tolérance de ±3 dB jusqu'à 30 MHz,
Cat 5	65 dB chutant à 50 dB à 30 MHz,	≤ 2 MHz, la tolérance est de ±3 dB, > 2 MHz, la tolérance est de –3 dB/+4,5 dB,
Cat 6	75 dB chutant à 60 dB à 30 MHz,	≤ 2 MHz, la tolérance est de ±3 dB,

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011

> 2 MHz, la tolérance est de –3 dB/+6 dB.

L'AAN ayant un LCL de 65 dB est l'AAN le plus important et sa tolérance est par conséquent utilisée pour la définition de U_{cispr}. Un certificat d'étalonnage présentant un écart moindre par rapport à la valeur de LCL nominale ainsi qu'une incertitude suffisamment faible réduira la contribution du LCL à l'incertitude.

B9) En ce qui concerne l'effet des perturbations générées par l'AE, on considère l'atténuation de découplage la plus faible de 35 dB ainsi qu'un niveau de perturbation généré par l'AE égal au niveau de perturbation de l'EUT.

B10) On suppose qu'une estimation du facteur de division en tension de la CVP, F_{CVP}, est disponible d'après un rapport d'étalonnage, ainsi qu'une incertitude globale et un facteur d'élargissement. L'incertitude inclut le montage d'étalonnage.

B11) L'impédance inclut la capacité shunt qui est spécifiée comme étant < 10 pF dans la CISPR 16-1-2. Pour une source d'EUT et une impédance de charge égale à 50 Ω, l'effet de la capacité shunt est inclus dans le facteur de division en tension. Pour 150 Ω , il y a un effet de charge d'environ -2 dB à 30 MHz.

B12) L'effet de la position du câble sur le facteur de division en tension est indiqué dans la CISPR 16-1-2.

B13) L'effet du rayon de courbure du câble sur le facteur de division en tension est indiqué dans la CISPR 16-1-2. Pour réduire l'incertitude, le facteur de division en tension pourrait être étalonné en fonction du rayon de courbure du câble; il est également possible de fournir une table des corrections δF_{crad}.

B14) Les CVP sont appliquées sans découplage entre l'EUT et l'AE. Il s'agit là d'une source d'incertitude importante. L'impédance du côté AE et les perturbations générées du côté de l'AE sont inconnues. Il n'est pas possible de fournir des estimations de l'incertitude due aux effets du côté de l'AE. Dans le cas de mesures réelles, il est nécessaire que l'utilisateur fasse usage de son expérience et de son bon sens. Par conséquent, il n'est pas fourni d'estimation de cette grandeur d'entrée.

Si des mesures effectuées au moyen de CVP sont comparées à des mesures effectuées au moyen d'un AAN, l'impédance de AE, Z_{AE}, comparée à l'impédance de la sonde Z_{CVP} et à l'impédance de l'AAN, Z_{AAN}, est déterminante pour le résultat obtenu. Si l'on suppose une impédance élevée de l'EUT, si Z_{AE} >> Z_{CVP}, on peut supposer que le résultat des mesures peut être jusqu'à 30 fois (environ 30 dB) supérieur au résultat obtenu au moyen d'un AAN. De la même manière, si Z_{AE} << Z_{AAN}, la tension perturbatrice mesurée est proportionnelle au facteur Z_{AE}/Z_{AAN}. Il est possible d'avoir des facteurs aussi faibles que 1/30 (environ -30 dB), de sorte que l'impédance Z_{AE} devienne partie intégrante de l'instrumentation et que l'incertitude de mesure correspondante augmente à ± 30 dB. Ainsi, une valeur plus faible de U_{cispr} pour des mesures au moyen d'une sonde de tension capacitive dans le Tableau 1 ne justifie pas un remplacement de l'AAN par la sonde de tension capacitive.

B15) Le facteur de correction de la sonde de courant est le logarithme de l'admittance de transfert $20\lg(Y_T) = 20\lg(1/Z_T)$ qui est ajouté au niveau de tension pour obtenir le niveau de courant I en dB(μA). On suppose qu'une estimation du facteur de correction de la sonde de courant Y_T est disponible d'après un rapport d'étalonnage, ainsi qu'une incertitude globale et un facteur d'élargissement.

B16) La CISPR 16-1-2 exige que l'impédance d'insertion de la sonde de courant soit inférieure à 1 Ω.

B17) Les sondes de courant sont appliquées sans découplage entre l'EUT et l'AE. Il s'agit là d'une source d'incertitude importante. L'impédance du côté AE, au même titre que les perturbations générées du côté de l'AE, sont inconnues. Il n'est pas possible de fournir

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2 ed 2.0 :2011