

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

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

BASIC EMC PUBLICATION  
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

AMENDMENT 2  
AMENDEMENT 2

**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 © 2018 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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.

#### IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

#### IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

### A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

#### Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

#### Recherche de publications IEC - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

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

BASIC EMC PUBLICATION  
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

AMENDMENT 2  
AMENDEMENT 2

**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**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-8322-5920-7

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee CISPR subcommittee A: Radio-interference measurements and statistical methods, of IEC CISPR committee: International special committee on radio interference.

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

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| FDIS              | Report on voting |
| CISPR/A/1257/FDIS | CISPR/A/1259/RVD |

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

The committee has decided that the contents of this amendment and the base publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

The contents of the corrigendum of January 2019 have been included in this copy.

## 2 Normative references

*Replace the dated reference CISPR 16-2-3:2010, by the following new reference:*

CISPR 16-2-3:2016, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*

### 3.1 Terms and definitions

*Add, after the existing term and definition 3.1.1, the following new term and definition:*

#### 3.1.2

##### **small EUT**

equipment, either positioned on a table top or standing on the floor that, including its cables, fits in a cylindrical test volume of 1,5 m in diameter and 1,5 m in height measured from the floor

### 3.3 Abbreviations

*Add, to the existing list modified by Amendment 1, the following new abbreviations:*

|              |                                                                   |
|--------------|-------------------------------------------------------------------|
| AN           | artificial network                                                |
| $\Delta$ -AN | artificial $\Delta$ -network (' $\Delta$ ' is pronounced 'delta') |
| LLAS         | large loop antenna system                                         |
| LV           | low voltage                                                       |
| V-AMN        | artificial mains V-network                                        |

**Table 1 – Values of  $U_{\text{cispr}}$**

Replace the first three lines of this table, modified by Amendment 1, by the following new lines:

|                                                                       |                     |        |     |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|-----|
| Conducted disturbance at AC mains and other power ports using a V-AMN | (9 kHz to 150 kHz)  | 3,8 dB | B.1 |
|                                                                       | (150 kHz to 30 MHz) | 3,4 dB | B.2 |
| Conducted disturbance at AC mains ports using a voltage probe         | (9 kHz to 30 MHz)   | 2,9 dB | B.3 |

Add, after the measurement method "Conducted disturbance at telecommunication port using CP", the following new line:

|                                                                  |                     |        |     |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|-----|
| Conducted disturbance at telecommunication port using CP and CVP | (150 kHz to 30 MHz) | 4,0 dB | B.5 |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|-----|

Add before "Radiated disturbance (electric field strength at an OATS or in a SAC)" the following new line:

|                                                      |                   |        |     |
|------------------------------------------------------|-------------------|--------|-----|
| Radiated disturbance (disturbance current in a LLAS) | (9 kHz to 30 MHz) | 3,3 dB | F.1 |
|------------------------------------------------------|-------------------|--------|-----|

Add, after the existing NOTE 2, the following new notes:

NOTE 3 The value of  $U_{\text{cispr}}$  for conducted disturbances at telecommunication ports using CP and CVP is based on the expanded uncertainty in Table B.5 with consideration of additional uncertainties attributed to the CP transfer admittance  $Y_T$  and mismatch uncertainty CP-receiver  $\delta M$ ; see comment B18).

NOTE 4 The values of  $U_{\text{cispr}}$  for the OATS, SAC and FAR are based on a small EUT – an EUT fitting in a cylindrical test volume of 1,5 m in diameter and 1,5 m in height – for a 3 m measurement distance (per 3.1.2).

## 5.1 Conducted disturbance measurements at a mains port using an AMN

Replace, in the title, the phrase "an AMN" by the phrase "a V-AMN".

### 5.1.1 Measurand for measurements using an AMN

Replace, in the title, the phrase "an AMN" by the phrase "a V-AMN".

### 5.1.2 Symbols of input quantities specific to measurements using an AMN

Replace in the title the phrase "an AMN" by the phrase "a V-AMN".

Replace the line starting with  $\delta D_{\text{mains}}$  by the following new line:

$\delta D_{\text{mains}}$  Correction for the error caused by AC mains and other power supply disturbances, in dB

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

Replace, in the title, the phrase "an AMN" by the phrase "a V-AMN".

Replace the eighth dashed item by the following new text:

- Effect of disturbances originating from the laboratory AC mains or other power supply

Add, after the existing Subclause 5.6.3 added by Amendment 1, the following new Subclause 5.7:

## 5.7 Conducted disturbance measurements at AC mains and other power ports using a $\Delta$ -AN

### 5.7.1 Measurand for measurements using a $\Delta$ -AN

$V$  Asymmetric voltage in dB( $\mu$ V), measured at the EUT port of the  $\Delta$ -AN relative to the reference ground plane, and also symmetric voltage between two terminals at the EUT port of the  $\Delta$ -AN not including reference ground; optionally also the unsymmetric voltage in dB( $\mu$ V), measured at the EUT port of the  $\Delta$ -AN relative to the reference ground plane, if the  $\Delta$ -AN is furnished with a respective port for connection of the measuring receiver

### 5.7.2 Symbols of input quantities specific to measurements using a $\Delta$ -AN

$F_{\text{AN}}$  Voltage division factor (asymmetric resp. symmetric) of the  $\Delta$ -AN, in dB

$\delta F_{\text{AN}f}$  Correction for voltage division factor (VDF) frequency interpolation error, in dB

$\delta D_{\text{mains}}$  Correction for the error caused by AC mains and other power supply disturbances, in dB

$\delta V_{\text{env}}$  Correction for the effect of the environment, in dB

$\delta Z_{\text{AN}}$  Correction for imperfect asymmetric or symmetric  $\Delta$ -AN impedance, in dB

### 5.7.3 Input quantities to be considered for conducted disturbance measurements at AC mains and other power ports using a $\Delta$ -AN

- Receiver reading
- Attenuation of the connection between AN and receiver
- AN voltage division factor (asymmetric and symmetric)
- AN 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 the AN's receiver port and receiver
- AN impedance
- Effect of disturbances originating from the laboratory AC mains or other power supply
- Effect of environment

Add, after the existing Clause 8, the following new Clause 9:

## **9 Radiated disturbance measurements in the frequency range 9 kHz to 30 MHz**

### **9.1 Magnetic field disturbance measurements using the LLAS in the frequency range 9 kHz to 30 MHz (see also Clause F.1)**

#### **9.1.1 Measurand for LLAS measurements**

*I* Current in dB(μA), measured in each of the three loops of the LLAS

#### **9.1.2 Symbols of input quantities specific for LLAS measurements**

$\delta Z_{vf}$  Correction for validation factor deviation, in dB

$\delta Z_{fi}$  Correction for validation factor frequency interpolation, in dB

#### **9.1.3 Input quantities to be considered for LLAS measurements**

- Receiver reading
- Attenuation of connecting cable between LLAS and receiver
- Validation factor deviation
- Validation 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 between LLAS and receiver

### **9.2 Magnetic field disturbance measurement in the frequency range 9 kHz to 30 MHz using a loop antenna at various distances from the EUT**

(Void)

## **Annex A – Basis for $U_{cispr}$ values in Table 1, general information and rationale for input quantities common to all measurement methods**

### **A.2 Rationale for the estimates of input quantities common to all disturbance measurements (“A” comments)**

Replace, in the existing item A2) modified by Amendment 1, the abbreviation “AMN” by the abbreviation “V-AMN”.

Add in the first paragraph of A2), after “AMN, AAN, CDNE, CP, CVP, VP” added by Amendment 1, the abbreviation “LLAS”.

Add, in the first sentence of the first paragraph of item A6), the abbreviation “AN” between the abbreviations “AMN” and “AAN”. Add, in the second paragraph, the term “ $\delta F_{ANf}$ ” between respective terms for “ $\delta F_{AMNf}$ ” and “ $\delta F_{VPf}$ ”.

Replace in the first paragraph of A6), the phrase “absorbing clamp factor and antenna factor”, by the new phrase “absorbing clamp factor, LLAS validation factor and antenna factor”.

Replace, in item A7) a), the abbreviation “AMN” by the abbreviation “AN”.

Replace, in item A7) c) Note 12, the abbreviation “AMN” by the abbreviation “AN”.

## **Annex B – Basis for $U_{\text{cispr}}$ 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)**

Replace the existing title by the following new title:

### **B.1 Uncertainty budget for conducted disturbance measurements at AC mains ports using a V-AMN**

Replace the existing Equation (B.1) by the following new equation:

$$V = V_r + A_c + F_{AN} + \delta F_{ANf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_{AN} + \delta D_{\text{mains}} + \delta E \quad (\text{B.1})$$

**Table B.1 – Conducted disturbance measurements from 9 kHz to 150 kHz using a 50  $\Omega$ /50  $\mu\text{H}$  + 5  $\Omega$  AMN**

Replace, in the existing title, the abbreviation “AMN” by the new abbreviation “V-AMN”.

**Table B.2 – Conducted disturbance measurements from 150 kHz to 30 MHz using a 50  $\Omega$ /50  $\mu\text{H}$  AMN**

Replace, in the existing title, the abbreviation “AMN” by the new abbreviation “V-AMN”.

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

Replace the existing comment B10) by the following new comment:

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

Add, after the phrase “C.1.3 of CISPR 22:2008” in the existing comment B18), the new phrase “and in C.4.1.6.4 of CISPR 32:2015 [19]”.

Add, after the existing Clause B.8 added by Amendment 1, the following new Clauses B.9 and B.10:

## B.9 Basis for $U_{\text{CISPR}}$ values in Table 1, uncertainty budgets and rationale for conducted disturbance measurements at mains and other ports using a $\Delta$ -AN

The measurand  $V$  is calculated using:

$$V = V_r + a_c + F_{\text{AN}} + \delta F_{\text{ANf}} + \delta V_{\text{sw}} + \delta V_{\text{pa}} + \delta V_{\text{pr}} + \delta V_{\text{nf}} + \delta Z_{\text{AN}} + \delta M + \delta D_{\text{mains}} + \delta V_{\text{env}} \quad (\text{B.7})$$

**Table B.8 – Conducted disturbances measurements from 150 kHz to 30 MHz using a 150  $\Omega$   $\Delta$ -AN**

| Input quantity <sup>a</sup>                                                            | $X_i$                     | Uncertainty of $x_i$ |                                   | $c_i u(x_i)$ <sup>b</sup> |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------|
|                                                                                        |                           | dB                   | Probability distribution function | dB                        |
| Receiver reading <sup>A1)</sup>                                                        | $V_r$                     | $\pm 0,1$            | $k = 1$                           | 0,10                      |
| Cable attenuation: AN-receiver <sup>A2)</sup>                                          | $a_c$                     | $\pm 0,1$            | $k = 2$                           | 0,05                      |
| AN voltage division factor <sup>B25)</sup>                                             | $F_{\text{AN}}$           | $\pm 0,2$            | $k = 2$                           | 0,10                      |
| Receiver corrections:                                                                  |                           |                      |                                   |                           |
| Sine wave voltage <sup>A3)</sup>                                                       | $\delta V_{\text{sw}}$    | $\pm 1,0$            | $k = 2$                           | 0,50                      |
| Pulse amplitude response <sup>A4)</sup>                                                | $\delta V_{\text{pa}}$    | $\pm 1,5$            | Rectangular                       | 0,87                      |
| Pulse repetition rate response <sup>A4)</sup>                                          | $\delta V_{\text{pr}}$    | $\pm 1,5$            | Rectangular                       | 0,87                      |
| Noise floor proximity <sup>A5)</sup>                                                   | $\delta V_{\text{nf}}$    | $\pm 0,0$            | Rectangular                       | 0,00                      |
| AN VDF frequency interpolation <sup>A6)</sup>                                          | $\delta F_{\text{ANf}}$   | $\pm 0,1$            | Rectangular                       | 0,06                      |
| Mismatch AN-receiver <sup>A7)</sup>                                                    | $\delta M$                | $\pm 0,07$           | U-shaped                          | 0,05                      |
| AN Impedance (CM) tolerances <sup>B26)</sup>                                           | $\delta Z_{\text{AN-CM}}$ | +5,37/-3,67          | Triangular                        | 1,84                      |
| AN Impedance (DM) tolerances <sup>B26)</sup>                                           | $\delta Z_{\text{AN-DM}}$ | +5,37/-1,94          | Triangular                        | 1,49                      |
| Effect of mains disturbances <sup>B27)</sup>                                           | $\delta D_{\text{mains}}$ | $\pm 0,0$            |                                   | 0,00                      |
| Effect of the environment <sup>B19)</sup>                                              | $\delta V_{\text{env}}$   |                      |                                   |                           |
| <sup>a</sup> Superscripts refer to numbered comments in A.2 and in this annex.         |                           |                      |                                   |                           |
| <sup>b</sup> All sensitivity coefficients $c_i$ are assumed to be equal to 1, see A.2. |                           |                      |                                   |                           |
| Combined standard uncertainty                                                          | $u_C$                     |                      |                                   | 2,93                      |
| Expanded uncertainty ( $U_{\text{CISPR}}$ )                                            | $2 u_C$                   |                      |                                   | 5,86                      |

## B.10 Rationale for the estimates of input quantities specific to the measurement method using a $\Delta$ -AN

- B25) Estimates of the  $\Delta$ -AN voltage division factors  $F_{AN}$  ( $F_{AN\_asymmetric}$  and  $F_{AN\_symmetric}$ ) are assumed to be available from a calibration report, along with their expanded uncertainties and coverage factors.
- B26) CISPR 16-1-2 defines the CM impedance of the 150  $\Omega$   $\Delta$ -AN as 150  $\Omega$  with a magnitude tolerance of  $\pm 30 \Omega$  and a phase tolerance of  $\pm 40^\circ$ . Taking the extremes of all combinations of the constrained AN CM impedance and the unconstrained EUT impedance the estimate of the correction  $\delta Z_{AN-CM}$  is zero with a deviation of +5,37/-3,67 dB. A triangular probability distribution is assumed because there is only a small chance of encountering the particular combinations of AN impedance and EUT impedance needed to produce those extremes. The triangular distribution is assumed to be symmetric.
- The actual uncertainty will be reduced if the actual CM impedance does not reach the tolerance limits.
- CISPR 16-1-2 defines the DM impedance of the 150  $\Omega$   $\Delta$ -AN as 150  $\Omega$  with a magnitude tolerance of  $\pm 30 \Omega$  and a phase tolerance of  $\pm 40^\circ$ . Taking the extremes of all combinations of the constrained AN differential mode impedance and the unconstrained EUT impedance the estimate of the correction  $\delta Z_{AN-DM}$  is zero with a deviation of +5,37/-1,94 dB. A triangular probability distribution is assumed because there is only a small chance of encountering the particular combinations of AN impedance and EUT impedance needed to produce those extremes. The triangular distribution is assumed to be symmetric.
- The actual uncertainty will be reduced if the actual DM impedance does not reach the tolerance limits.
- B27) For measurements using a  $\Delta$ -AN, disturbances from the AC mains, other kind of power supply or from an external load are assumed to be suppressed by the  $\Delta$ -AN itself or by additional filters inserted in the power supply line – if necessary.

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

**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**

*Replace the table title by the following new title:*

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

**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**

*Replace the table title by the following new title:*

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

**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**

*Replace the table title by the following new title:*

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

Replace, in the “LPDA antenna corrections” section of the table, the “Phase centre location <sup>D4)</sup>” details as follows:

|                                         |         |                         |            |             |      |
|-----------------------------------------|---------|-------------------------|------------|-------------|------|
| Phase centre location <sup>D4)</sup> at | 3 m     | $\delta F_{\text{aph}}$ | $\pm 0,20$ | Rectangular | 0,12 |
|                                         | or 10 m | $\delta F_{\text{aph}}$ | $\pm 0,06$ | Rectangular | 0,03 |
|                                         | or 30 m | $\delta F_{\text{aph}}$ | $\pm 0,02$ | Rectangular | 0,01 |

Replace the expanded uncertainty details located just below Table D.3 by the following:

Hence, expanded uncertainty  $U(E) = 2u_c(E) = \begin{cases} 5,12 \text{ dB, at a separation of 3 m (with tilting)} \\ 5,21 \text{ dB, at a separation of 3 m (without tilting)} \\ 5,20 \text{ dB, at a separation of 10 m} \\ 5,19 \text{ dB, at a separation of 30 m} \end{cases}$

**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**

Replace the table title by the following new title:

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

Replace, in the “LPDA antenna corrections” section of the table, the “Phase centre location <sup>D4)</sup>” details as follows:

|                                         |         |                         |            |             |      |
|-----------------------------------------|---------|-------------------------|------------|-------------|------|
| Phase centre location <sup>D4)</sup> at | 3 m     | $\delta F_{\text{aph}}$ | $\pm 0,20$ | Rectangular | 0,12 |
|                                         | or 10 m | $\delta F_{\text{aph}}$ | $\pm 0,06$ | Rectangular | 0,03 |
|                                         | or 30 m | $\delta F_{\text{aph}}$ | $\pm 0,02$ | Rectangular | 0,01 |

Replace the expanded uncertainty details located just below Table D.4 by the following:

Hence, expanded uncertainty  $U(E) = 2u_c(E) = \begin{cases} 5,14 \text{ dB, at a separation of 3 m (with tilting)} \\ 6,21 \text{ dB, at a separation of 3 m (without tilting)} \\ 5,21 \text{ dB, at a separation of 10 m} \\ 5,18 \text{ dB, at a separation of 30 m} \end{cases}$

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

Replace, in comment D4), all of the existing text and notes by the following new text and notes:

- D4) The correction  $\delta F_{\text{aph}}$  for phase centre location is negligible for a biconical antenna. The variation in phase-centre location with frequency for an LPDA antenna can be corrected as recommended in CISPR 16-2-3.

For an LPDA antenna, the correction  $\delta F_{\text{aph}}$  was assumed to be applied e.g. by equivalent corrections of the AFs for the specified measurement distance (see CISPR 16-2-3). The remaining reduced uncertainty is given in Tables D.3 and D.4 with a rectangular probability distribution, having a half-width evaluated by considering the effect of an error of  $\pm 0,07$  m in the separation, and assuming that field strength is inversely proportional to separation. For example for  $d = 10$  m,  $20 \lg(1 + 0,07/10) = 0,06$  dB.

NOTE 4 If a tuned dipole is the measuring antenna, the correction  $\delta F_{\text{aph}}$  is negligible.

NOTE 5 For hybrid antennas, the correction  $\delta F_{\text{aph}}$  for the systematic effect is more complicated [see comment D12)].

*Replace, in comment D11) 2<sup>nd</sup> paragraph, the existing text "Subclause 7.2.3 of CISPR 16-2-3:2010", by the following new text:*

Subclause 7.3.4 of CISPR 16-2-3:2016

*Replace, in comment D12), all of the existing text, equations and notes by the following new text, equations, notes and tables:*

D12) Hybrid antennas are taken into account in the calculation of Tables D.7, D.8 and D.9. Hybrid antennas, used for radiated disturbance measurements in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz and consisting of a broadband dipole section and an LPDA antenna section, typically have the following characteristics (different parameters for specific designs may be provided by antenna manufacturers):

- 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 up 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  $\delta F_{\text{adir}}$  it is considered that the LPDA part is usually closer to the EUT than above in comment D3), which means that the correction factors are slightly higher and the uncertainties are slightly larger.

In the frequency range up to 100 MHz, the following is assumed:

- the AF variation relative to  $F_a$  for horizontal polarization at a height of 1 m reaches a maximum vs. frequency of  $\pm 2$  dB around 60 MHz and at a height of 4 m the variation is around  $\pm 0,5$  dB (data specific for individual antenna types need to be supplied by the antenna manufacturer). Since at horizontal polarization the antenna height for OATS/SAC measurements in the frequency range below 100 MHz is at its maximum, the lower AF height deviation has been assumed.

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

- the antenna gain (in dBi) and, by association, the pattern directivity (in dB), increase linearly with the frequency (detailed antenna patterns for the correction  $\delta F_{\text{adir}}$  may be obtained from the manufacturer);
- as the frequency increases, the active phase centre travels linearly from the broadband dipole elements to the 200 MHz elements of the LPDA part [a detailed calculation of the AF correction  $\delta F_{\text{aph}}$  is given below in Equation (D.4)];
- the cross polarization suppression is equal to or above 20 dB; and
- the balun imbalance will normally be as low as that of the broadband dipole elements.

It is assumed that the antenna is provided with free-space AFs. Free-space AFs 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.

Equation (8) of CISPR 16-2-3:2016, as well as Equation (A.1) of CISPR 16-1-6:2014 [18], suggests a field-strength correction. For a given frequency, the following correction,  $\Delta E$  in dB, is added to the measured electric field strength:

$$\Delta E = 20 \lg \left( \frac{d_{\text{phase}}}{d} \right) = 20 \lg \left( \frac{d + \Delta d}{d} \right) \quad (\text{D.3})$$

According to a note in CISPR 16-2-3 this correction can also be done using distance-dependent AFs. In order to correct for the deviation from the reference distance, e.g. 10 m or 3 m, the AF is assumed to be corrected. A marker is assumed to be provided on the antenna midpoint, which is used to define the EUT-to-antenna distance  $d$ . Then, the actual AF  $F_{\text{a act}}$  is calculated using the following equations:

$$F_{\text{a act}} = F_{\text{a}} + \delta F_{\text{aph}} \quad (\text{D.4})$$

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

and

- $F_{\text{a act}}$  is the actual (corrected) AF in dB(m<sup>-1</sup>);
- $F_{\text{a}}$  is the free-space AF in dB(m<sup>-1</sup>);
- $\delta F_{\text{aph}}$  is the correction for phase centre variation in dB;
- $d$  is the EUT-to-antenna midpoint distance in m;
- $d_{\text{phase}}$  is the EUT-to-phase-centre distance in m;

$\Delta d$  is the distance between phase centre and antenna midpoint (positive if phase centre further away from the EUT than antenna midpoint) in m.

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

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

Below 100 MHz, the distance of the phase centre from the antenna midpoint  $\Delta d = 0,47$  m and for a measurement distance of 3 m ( $d = 3$  m), the antenna factor correction is

$$\delta F_{\text{aph}} = 20 \lg \frac{3 \text{ m} + 0,47 \text{ m}}{3 \text{ m}} = +1,26 \text{ dB}.$$

Between 100 MHz and 200 MHz, the phase centre position  $\Delta d$  varies between 0,47 m and 0,33 m. At 200 MHz,  $\delta F_{\text{aph}} = +0,91$  dB (for  $d = 3$  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  $d = 3$  m). The phase centre is at the antenna midpoint at 314,6 MHz.

For an estimate of the uncertainty of  $\delta F_{\text{aph}}$ , the model is considered an approximation. The uncertainty of  $\delta F_{\text{aph}}$  is lower if the antenna is tilted [as in comment D3)], because the angles of incidence are closer to boresight.

Hybrid antennas can consist of a V-type LPDA section, for higher antenna gain and similar E- and H-plane radiation patterns. In this case antenna tilting at 3 m distance reduces directivity uncertainty in both horizontal and vertical polarizations.

Hybrid antennas usually have the high VSWR (up to 40:1) of biconical antennas around 30 MHz. In combination with a low loss cable and a receiver VSWR of 2:1, this can result in a standard mismatch uncertainty of up to 1,8 dB. Fortunately not all extremes happen at the same frequency, i.e. high antenna mismatch in combination with low receiver mismatch and lower antenna mismatch where the AF strongly varies with height and where directivity uncertainty increases.

**Table D.7 – Horizontally polarized radiated disturbances from 30 MHz to 1 000 MHz using a hybrid antenna at an OATS/SAC at a distance of 3 m, 10 m, or 30 m**

| Input quantity <sup>a</sup>                            | $X_i$             | Uncertainty of $x_i$ |                                   | $c_i u(x_i)^b$<br>dB |
|--------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|
|                                                        |                   | dB                   | Probability distribution function |                      |
| Receiver reading <sup>A1)</sup>                        | $V_r$             | $\pm 0,1$            | $k = 1$                           | 0,10                 |
| Attenuation: antenna-receiver <sup>A2)</sup>           | $a_c$             | $\pm 0,2$            | $k = 2$                           | 0,10                 |
| AF of hybrid antenna <sup>D1)</sup>                    | $F_a$             | $\pm 2,0$            | $k = 2$                           | 1,00                 |
| Receiver corrections:                                  |                   |                      |                                   |                      |
| Sine wave voltage <sup>A3)</sup>                       | $\delta V_{sw}$   | $\pm 1,0$            | $k = 2$                           | 0,50                 |
| Pulse amplitude response <sup>A4)</sup>                | $\delta V_{pa}$   | $\pm 1,5$            | Rectangular                       | 0,87                 |
| Pulse repetition rate response <sup>A4)</sup>          | $\delta V_{pr}$   | $\pm 1,5$            | Rectangular                       | 0,87                 |
| Noise floor proximity <sup>A5)</sup>                   | $\delta V_{nf}$   | $+0,5/0,0$           | Rectangular                       | 0,29                 |
| Mismatch: antenna-receiver <sup>A7)</sup>              | $\delta M$        | $+0,9/-1,0$          | U-shaped                          | 0,67                 |
| Hybrid antenna corrections:                            |                   |                      |                                   |                      |
| AF frequency interpolation <sup>A6)</sup>              | $\delta F_{af}$   | $\pm 0,3$            | Rectangular                       | 0,17                 |
| AF variation with height <sup>D2)</sup>                | $\delta F_{ah}$   | $\pm 0,5$            | Rectangular                       | 0,35                 |
| Directivity difference <sup>D3)</sup> at 3 m <100 MHz  | $\delta F_{adir}$ | $\pm 0,5$            | Rectangular                       | 0,29                 |
| Directivity difference at 3 m >100 MHz                 | $\delta F_{adir}$ | $\pm 1,0$            | Rectangular                       | 0,58                 |
| Directivity difference <sup>D3)</sup> > 200 MHz at 3 m | $\delta F_{adir}$ | $\pm 1,0$            | Rectangular                       | 0,58                 |
| 3 m with tilting                                       | $\delta F_{adir}$ | $\pm 0,5$            | Rectangular                       | 0,29                 |
| or 10 m                                                | $\delta F_{adir}$ | $\pm 0,2$            | Rectangular                       | 0,12                 |
| or 30 m                                                | $\delta F_{adir}$ | $\pm 0,1$            | Rectangular                       | 0,06                 |
| Phase centre location <sup>D4)</sup> at 3 m            | $\delta F_{aph}$  | $\pm 0,3$            | Rectangular                       | 0,17                 |
| or 10 m                                                | $\delta F_{aph}$  | $\pm 0,2$            | Rectangular                       | 0,12                 |
| or 30 m                                                | $\delta F_{aph}$  | $\pm 0,1$            | Rectangular                       | 0,06                 |
| Cross-polarization <sup>D5)</sup>                      | $\delta F_{acp}$  | $\pm 0,9$            | Rectangular                       | 0,52                 |
| Balance <sup>D6)</sup>                                 | $\delta F_{abal}$ | $\pm 0,3$            | Rectangular                       | 0,17                 |
| Site corrections:                                      |                   |                      |                                   |                      |
| Site imperfections <sup>D7)</sup>                      | $\delta A_N$      | $\pm 4,0$            | Triangular                        | 1,63                 |
| Separation distance <sup>D8)</sup> at 3 m              | $\delta d$        | $\pm 0,3$            | Rectangular                       | 0,17                 |
| or 10 m                                                | $\delta d$        | $\pm 0,1$            | Rectangular                       | 0,06                 |
| or 30 m                                                | $\delta d$        | $\pm 0,0$            | Rectangular                       | 0,00                 |
| Effect of setup table material <sup>D10)</sup>         | $\delta A_{NT}$   | $\pm 0,5$            | Rectangular                       | 0,29                 |
| Table height <sup>D9)</sup> at 3 m, 10 m or 30 m       | $\delta h$        | $\pm 0,1$            | $k = 2$                           | 0,05                 |
| Effect of ambient noise on OATS <sup>D13)</sup>        | $\delta E_{amb}$  | $\pm 0,0$            |                                   | 0,00                 |

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

<sup>b</sup> All  $c_i = 1$  (see A.1).

Hence, expanded uncertainty:  $U(E) = 2u_c(E) = \begin{cases} 5,11\text{dB, at a separation of 3 m (with tilting)} \\ 5,21\text{dB, at a separation of 3 m (without tilting)} \\ 5,10\text{ dB, at a separation of 10 m} \\ 5,09\text{ dB, at a separation of 30 m} \end{cases}$

**Table D.8 – Vertically polarized radiated disturbances from 30 MHz to 1 000 MHz using a hybrid antenna at an OATS/SAC at a distance of 3 m, 10 m, or 30 m**

| Input quantity <sup>a</sup>                                | $X_i$             | Uncertainty of $x_i$ |                                   | $c_i u(x_i)^b$<br>dB |
|------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|
|                                                            |                   | dB                   | Probability distribution function |                      |
| Receiver reading <sup>A1)</sup>                            | $V_r$             | $\pm 0,1$            | $k = 1$                           | 0,10                 |
| Attenuation: antenna-receiver <sup>A2)</sup>               | $a_c$             | $\pm 0,2$            | $k = 2$                           | 0,10                 |
| AF of hybrid antenna <sup>D1)</sup>                        | $F_a$             | $\pm 2,0$            | $k = 2$                           | 1,00                 |
| Receiver corrections:                                      |                   |                      |                                   |                      |
| Sine wave voltage <sup>A3)</sup>                           | $\delta V_{sw}$   | $\pm 1,0$            | $k = 2$                           | 0,50                 |
| Pulse amplitude response <sup>A4)</sup>                    | $\delta V_{pa}$   | $\pm 1,5$            | Rectangular                       | 0,87                 |
| Pulse repetition rate response <sup>A4)</sup>              | $\delta V_{pr}$   | $\pm 1,5$            | Rectangular                       | 0,87                 |
| Noise floor proximity <sup>A5)</sup>                       | $\delta V_{nf}$   | $\pm 0,5/0,0$        | Rectangular                       | 0,29                 |
| Mismatch: antenna-receiver <sup>A7)</sup>                  | $\delta M$        | $\pm 0,9/-1,0$       | U-shaped                          | 0,67                 |
| Hybrid antenna corrections:                                |                   |                      |                                   |                      |
| AF frequency interpolation <sup>A6)</sup>                  | $\delta F_{af}$   | $\pm 0,3$            | Rectangular                       | 0,17                 |
| AF variation with height <sup>D2) D12)</sup>               | $\delta F_{ah}$   | $\pm 0,3$            | Rectangular                       | 0,17                 |
| Directivity difference <sup>D3) D12)</sup> at 3 m <100 MHz | $\delta F_{adir}$ | $\pm 0,5$            | Rectangular                       | 0,29                 |
| Directivity difference at 3 m >100 MHz                     | $\delta F_{adir}$ | $\pm 3,0$            | Rectangular                       | 1,7                  |
| Directivity difference at 3 m >200 MHz                     | $\delta F_{adir}$ | $\pm 3,2$            | Rectangular                       | 1,8                  |
| Directivity difference at 3 m with tilting                 | $\delta F_{adir}$ | $\pm 0,75$           | Rectangular                       | 0,43                 |
| or 10 m                                                    | $\delta F_{adir}$ | $\pm 0,5$            | Rectangular                       | 0,29                 |
| or 30 m                                                    | $\delta F_{adir}$ | $\pm 0,15$           | Rectangular                       | 0,09                 |
| Phase centre location <sup>D4) D12)</sup> at 3 m           | $\delta F_{aph}$  | $\pm 0,3$            | Rectangular                       | 0,17                 |
| or 10 m                                                    | $\delta F_{aph}$  | $\pm 0,2$            | Rectangular                       | 0,12                 |
| or 30 m                                                    | $\delta F_{aph}$  | $\pm 0,1$            | Rectangular                       | 0,06                 |
| Cross-polarization <sup>D5)</sup>                          | $\delta F_{acp}$  | $\pm 0,9$            | Rectangular                       | 0,52                 |
| Balance <sup>D6)</sup>                                     | $\delta F_{abal}$ | $\pm 1,0$            | Rectangular                       | 0,58                 |
| Site corrections:                                          |                   |                      |                                   |                      |
| Site imperfections <sup>D7)</sup>                          | $\delta A_N$      | $\pm 4,0$            | Triangular                        | 1,63                 |
| Separation distance <sup>D8)</sup> at 3 m                  | $\delta d$        | $\pm 0,3$            | Rectangular                       | 0,17                 |
| or 10 m                                                    | $\delta d$        | $\pm 0,1$            | Rectangular                       | 0,06                 |
| or 30 m                                                    | $\delta d$        | $\pm 0,0$            | Rectangular                       | 0,00                 |
| Effect of setup table material <sup>D10)</sup>             | $\delta A_{NT}$   | $\pm 0,5$            | Rectangular                       | 0,0                  |
| Table height <sup>D9)</sup> at 3 m, 10 m or 30 m           | $\delta h$        | $\pm 0,1$            | $k = 2$                           | 0,05                 |
| Effect of ambient noise on OATS <sup>D13)</sup>            | $\delta F_{amb}$  | $\pm 0,0$            |                                   | 0,00                 |

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

<sup>b</sup> All  $c_i = 1$  (see A.1).

Hence, expanded uncertainty  $U(E) = 2u_c(E) = \begin{cases} 5,26 \text{ dB, at a separation of 3 m (with tilting)} \\ 6,32 \text{ dB, at a separation of 3 m (without tilting)} \\ 5,22 \text{ dB, at a separation of 10 m} \\ 5,18 \text{ dB, at a separation of 30 m} \end{cases}$

**Table D.9 – Radiated disturbance measurements from 30 MHz to 1 000 MHz using a hybrid antenna in a FAR at a distance of 3 m**

| Input quantity <sup>a</sup>                      | $X_i$             | Uncertainty of $x_i$ |                                   | $c_i u(x_i)^b$ |
|--------------------------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------|
|                                                  |                   | dB                   | Probability distribution function | dB             |
| Receiver reading <sup>A1)</sup>                  | $V_r$             | $\pm 0,1$            | $k = 1$                           | 0,10           |
| Attenuation: antenna-receiver <sup>A2)</sup>     | $a_c$             | $\pm 0,2$            | $k = 2$                           | 0,10           |
| AF of hybrid antenna <sup>D1)</sup>              | $F_a$             | $\pm 2,0$            | $k = 2$                           | 1,00           |
| Receiver corrections:                            |                   |                      |                                   |                |
| Sine wave voltage <sup>A3)</sup>                 | $\delta V_{sw}$   | $\pm 1,0$            | $k = 2$                           | 0,50           |
| Pulse amplitude response <sup>A4)</sup>          | $\delta V_{pa}$   | $\pm 1,5$            | Rectangular                       | 0,87           |
| Pulse repetition rate response <sup>A4)</sup>    | $\delta V_{pr}$   | $\pm 1,5$            | Rectangular                       | 0,87           |
| Noise floor proximity <sup>A5)</sup>             | $\delta V_{nf}$   | $+0,5/0,0$           | Rectangular                       | 0,29           |
| Mismatch: antenna-receiver <sup>A7)</sup>        | $\delta M$        | $+0,9/-1,0$          | U-shaped                          | 0,67           |
| Hybrid antenna corrections:                      |                   |                      |                                   |                |
| AF frequency interpolation <sup>A6)</sup>        | $\delta F_{af}$   | $\pm 0,3$            | Rectangular                       | 0,17           |
| AF variation due to FAR influence <sup>D2)</sup> | $\delta F_{ah}$   | $\pm 0,5$            | Rectangular                       | 0,29           |
| Directivity difference <sup>D3)</sup>            | $\delta F_{adir}$ | $\pm 0,5$            | Rectangular                       | 0,29           |
| Phase centre location <sup>D4)</sup>             | $\delta F_{aph}$  | $\pm 0,2$            | Rectangular                       | 0,17           |
| Balance <sup>D6)</sup>                           | $\delta F_{abal}$ | $\pm 0,5$            | Rectangular                       | 0,29           |
| Site corrections:                                |                   |                      |                                   |                |
| Site imperfections <sup>D7)</sup>                | $\delta A_N$      | $\pm 4,0$            | Triangular                        | 1,63           |
| Effect of setup table material <sup>D10)</sup>   | $\delta A_{NT}$   | $\pm 0,5$            | Rectangular                       | 0,29           |
| Separation distance <sup>D8)</sup>               | $\delta d$        | $\pm 0,3$            | Rectangular                       | 0,17           |
| Table height <sup>D9)</sup>                      | $\delta h$        | $\pm 0,0$            | $k = 2$                           | 0,00           |

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

<sup>b</sup> All  $c_i = 1$  (see A.1).

Hence, expanded uncertainty  $U(E) = 2u_c(E) = 5,29 \text{ dB}$

Replace in comment D13), penultimate sentence, the existing text “Annex A of CISPR 16-2-3:2010”, by the following new text:

Annex A of CISPR 16-2-3:2016

**Annex E – Basis for  $U_{\text{CISPR}}$  values in Table 1 – Radiated disturbance measurements from 1 GHz to 18 GHz**

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

*Replace, in comment E2), the text “Equation (9) of CISPR 16-2-3:2010” twice by the following new text:*

Equation (13) of CISPR 16-2-3:2016

*Add, after the existing Annex E, the following new Annex F:*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2:2011/AMD2:2018

## Annex F (informative)

### Basis for $U_{\text{cispr}}$ values in Table 1 – Radiated disturbance measurements from 9 kHz to 30 MHz (LLAS)

#### F.1 Uncertainty budget for LLAS measurements

The measurand  $I$  is calculated using:

$$I = V_r + a_c + \delta Z_{\text{vf}} + \delta Z_{\text{fi}} + \delta V_{\text{sw}} + \delta V_{\text{pa}} + \delta V_{\text{pr}} + \delta V_{\text{nf}} + \delta M \quad (\text{F.1})$$

**Table F.1 – Radiated disturbance measurements  
from 9 kHz to 30 MHz in a LLAS of any diameter**

| Input quantity <sup>a</sup>                                                                                   | $X_i$                  | Uncertainty of $x_i$ |                                         | $c_i u(x_i)^b$<br>dB |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------------------|----------------------|
|                                                                                                               |                        | dB                   | Probability<br>distribution<br>function |                      |
| Receiver reading <sup>A1)</sup>                                                                               | $V_r$                  | $\pm 0,1$            | $k = 1$                                 | 0,10                 |
| Attenuation between LLAS and receiver <sup>A2)</sup>                                                          | $a_c$                  | $\pm 0,1$            | $k = 2$                                 | 0,05                 |
| Validation factor deviation <sup>F1)</sup>                                                                    | $\delta Z_{\text{vf}}$ | $\pm 2,0$            | Triangular                              | 0,82                 |
| Validation factor frequency interpolation <sup>A6)</sup>                                                      | $\delta Z_{\text{fi}}$ | $\pm 0,1$            | Rectangular                             | 0,06                 |
| Receiver corrections:                                                                                         |                        |                      |                                         |                      |
| Sine wave voltage <sup>A3)</sup>                                                                              | $\delta V_{\text{sw}}$ | $\pm 1,0$            | $k = 2$                                 | 0,50                 |
| Pulse amplitude response <sup>A4)</sup>                                                                       | $\delta V_{\text{pa}}$ | $\pm 1,5$            | Rectangular                             | 0,87                 |
| Pulse repetition rate response <sup>A4)</sup>                                                                 | $\delta V_{\text{pr}}$ | $\pm 1,5$            | Rectangular                             | 0,87                 |
| Noise floor proximity <sup>A5)</sup>                                                                          | $\delta V_{\text{nf}}$ | $\pm 0,0$            |                                         | 0,00                 |
| Mismatch: LLAS – receiver <sup>A7)</sup>                                                                      | $\delta M$             | $+0,7/-0,8$          | U-shaped                                | 0,53                 |
| <sup>a</sup> Superscripts [e.g. <sup>A1)</sup> ] refer to numbered comments in the annexes (see A.2 and F.2). |                        |                      |                                         |                      |
| <sup>b</sup> All $c_i = 1$ (see A.1).                                                                         |                        |                      |                                         |                      |

Hence, expanded uncertainty  $U(I) = 2u_c(I) = 3,3$  dB.

#### F.2 Rationale for the estimates of input quantities specific to the LLAS- measurement method

F1) The performance of the LLAS is verified using responses to the standardized balun-antenna at various positions inside the LLAS. The results are to be compared with the theoretical validation factors (Figures C.8 and C.11 of [17]) which are determined using a theoretical model of the LLAS validation set-up [14] and are the reference for verification of the actual validation factor of the LLAS. In this way the validation factor is a verification of the overall LLAS performance, and it includes all uncertainties arising from the geometrical construction of the LLAS, the coaxial cables, termination resistors, the 1 V/A current probes, unbalances and even the effect of the site. So, the validation factor verification is a combined verification of the LLAS and the LLAS test site.

The deviation of the actual validation factor with regard to the theoretical validation factor is less than  $\pm 2$  dB (see C.4 of [17]). Hence, the actual deviation can directly be used in

the uncertainty budget. The estimate of the correction  $\delta Z_{\text{vf}}$  is zero and the probability distribution for the validation factor deviation is assumed to be a triangular distribution (coverage factor  $k = \sqrt{6} = 2,45$ ).

The original publication of Bergervoet [14] as well as other publications [15] [16] have analyzed uncertainties of the LLAS validation factor due to imperfections of the construction and materials. The uncertainty of the theoretical validation factor is considered less than 0,1 dB.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2:2011/AMD2:2018

## Bibliography

Add, after reference [13], the following new references:

- [14] J.R. BERGERVOET, H. van VEEN, A Large-Loop Antenna for Magnetic Field Measurements, *Proceedings of the 8th International Zürich Symposium on Electromagnetic Compatibility*, March 1989, ETH Zentrum – IKT, 8092 Zürich, Switzerland, p. 29-34.
  - [15] J. McLEAN, H. SAKO, A. MEDINA, R. SUTTON, *Operation of the Van Veen Loop in a shielded chamber*, Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), May 2013.
  - [16] J. McLEAN, K. TAKIZAWA, M. MIDORI, H. KURIHARA, R. SUTTON, The Effects of Asymmetry on the operation of the Van Veen Loop, *Proceedings of the 2014 International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe 2014)*, Gothenburg, Sweden, September 1-4, 2014.
  - [17] CISPR 16-1-4:2010, *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*.
  - [18] CISPR 16-1-6:2014, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-6: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – EMC antenna calibration*
  - [19] CISPR 32:2015, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*
-

## AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité A du CISPR: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques, du comité d'études CISPR de l'IEC: Comité international spécial des perturbations radioélectriques.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

| FDIS              | Rapport de vote  |
|-------------------|------------------|
| CISPR/A/1257/FDIS | CISPR/A/1259/RVD |

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

Le comité a décidé que le contenu de cet amendement et de la publication de base ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

Le contenu du corrigendum de janvier 2019 a été pris en considération dans cet exemplaire.

## 2 Références normatives

Remplacer la référence datée CISPR 16-2-3:2010 par la nouvelle référence suivante:

CISPR 16-2-3:2016, *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 – Mesurages des perturbations rayonnées*

### 3.1 Termes et définitions

Après le terme et la définition 3.1.1, ajouter le nouveau terme et la définition qui suivent:

#### 3.1.2

##### matériel en essai de faibles dimensions

##### EUT de faibles dimensions

matériel posé sur une table ou au sol qui, ses câbles compris, rentre dans un volume d'essai cylindrique de 1,5 m de diamètre et de 1,5 m de hauteur mesurée par rapport au sol

Note 1 à l'article: L'abréviation "EUT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "equipment under test".

### 3.3 Abréviations

Ajouter les nouvelles abréviations suivantes à la liste existante modifiée par l'Amendement 1:

|                                          |                                                                             |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| AN<br>(Artificial Network)               | réseau fictif                                                               |
| AN en $\Delta$                           | réseau fictif d'alimentation en $\Delta$ (" $\Delta$ " se prononce "delta") |
| LLAS<br>(Large Loop Antenna System)      | système de grande antenne-cadre                                             |
| BT                                       | basse tension                                                               |
| AMN en V<br>(V-Artificial Mains Network) | réseau fictif d'alimentation en V                                           |

**Tableau 1 – Valeurs de  $U_{\text{cispr}}$**

Remplacer les trois premières lignes de ce tableau, modifié par l'Amendement 1, par les nouvelles lignes suivantes:

|                                                                                                                                          |                    |        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|-----|
| Perturbations conduites aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif ou à d'autres accès d'alimentation au moyen d'un AMN en V | (9 kHz à 150 kHz)  | 3,8 dB | B.1 |
|                                                                                                                                          | (150 kHz à 30 MHz) | 3,4 dB | B.2 |
| Perturbations conduites aux accès secteur en courant alternatif au moyen d'une sonde de tension                                          | (9 kHz à 30 MHz)   | 2,9 dB | B.3 |

Ajouter, après la méthode de mesure "Perturbations conduites à un port de télécommunications au moyen d'une CP", la nouvelle ligne suivante:

|                                                                                        |                    |        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|-----|
| Perturbations conduites à un port de télécommunications au moyen d'une CP et d'une CVP | (150 kHz à 30 MHz) | 4,0 dB | B.5 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|-----|

Ajouter avant "Perturbations rayonnées (intensité de champ électrique sur un OATS ou dans une SAC)" la nouvelle ligne suivante:

|                                                             |                  |        |     |
|-------------------------------------------------------------|------------------|--------|-----|
| Perturbations rayonnées (courant perturbateur dans un LLAS) | (9 kHz à 30 MHz) | 3,3 dB | F.1 |
|-------------------------------------------------------------|------------------|--------|-----|

Après la NOTE 2 existante, ajouter les nouvelles notes suivantes:

NOTE 3 La valeur de  $U_{\text{cispr}}$  pour les perturbations conduites aux ports de télécommunications au moyen d'une CP et d'une CVP est basée sur l'incertitude globale du Tableau B.5 avec prise en compte d'incertitudes supplémentaires attribuées à l'admittance de transfert de la CP  $Y_T$  et de l'incertitude de désadaptation entre la CP et le récepteur  $\delta M$ ; voir commentaire B18).

NOTE 4 Les valeurs de  $U_{\text{cispr}}$  pour un OATS, une SAC et une FAR sont basées sur un EUT de faibles dimensions – un EUT rentrant dans un volume d'essai cylindrique de 1,5 m de diamètre et de 1,5 m de hauteur – pour une distance de mesure à 3 m (selon 3.1.2).

## 5.1 Mesures des perturbations conduites à un accès secteur au moyen d'un AMN

Remplacer, dans le titre, l'expression "AMN" par l'expression "AMN en V".

### 5.1.1 Mesurande pour des mesures au moyen d'un AMN

Remplacer, dans le titre, l'expression "AMN" par l'expression "AMN en V".

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

Remplacer, dans le titre, l'expression "un AMN" par l'expression "un AMN en V".

Remplacer la ligne commençant par  $\delta D_{\text{mains}}$  par la nouvelle ligne suivante:

$\delta D_{\text{mains}}$  Correction de l'erreur due aux perturbations du secteur en courant alternatif et aux autres perturbations d'alimentation électrique, 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

Remplacer, dans le titre, l'expression "un AMN" par l'expression "un AMN en V".

Remplacer le huitième tiret de la liste par le nouveau texte suivant:

- Effet des perturbations issues du secteur en courant alternatif du laboratoire ou de toute autre alimentation électrique

Après le Paragraphe 5.6.3 existant ajouté par l'Amendement 1, ajouter le nouveau Paragraphe 5.7 suivant:

## 5.7 Mesures des perturbations conduites aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif et à d'autres accès d'alimentation au moyen d'un AN en $\Delta$

### 5.7.1 Mesurande pour des mesures au moyen d'un AN en $\Delta$

V Tension asymétrique en dB( $\mu$ V) mesurée à l'accès EUT de l'AN en  $\Delta$  par rapport au plan de masse de référence, et tension symétrique entre deux bornes à l'accès EUT de l'AN en  $\Delta$  hors masse de référence; à titre facultatif, également, tension dissymétrique en dB( $\mu$ V) mesurée à l'accès EUT de l'AN en  $\Delta$  par rapport au plan de masse de référence, si l'AN en  $\Delta$  est doté d'un accès dédié à la connexion du récepteur de mesure

### 5.7.2 Symboles des grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures au moyen d'un AN en $\Delta$

$F_{\text{AN}}$  Facteur de division en tension (asymétrique ou symétrique) de l'AN en  $\Delta$ , en dB

$\delta F_{\text{AN } f}$  Correction de l'erreur d'interpolation en fréquence du facteur de division en tension, en dB

$\delta D_{\text{mains}}$  Correction de l'erreur due aux perturbations du secteur en courant alternatif et aux autres perturbations d'alimentation électrique, en dB

$\delta V_{\text{env}}$  Correction de l'effet de l'environnement, en dB

$\delta Z_{\text{AN}}$  Correction de l'impédance imparfaite symétrique ou asymétrique de l'AN en  $\Delta$ , en dB

### 5.7.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour des mesures de perturbations conduites aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif et à d'autres accès d'alimentation, au moyen d'un AN en $\Delta$

- Valeur du récepteur

- Affaiblissement de l'interconnexion entre l'AN et le récepteur
- Facteur de division en tension de l'AN (asymétrique et symétrique)
- Interpolation en fréquence du VDF de l'AN
- Grandeurs d'entrée liées au récepteur:
  - Précision de la tension sinusoïdale du récepteur
  - Réponse en amplitude pour les impulsions du récepteur
  - 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'AN et le récepteur
- Impédance de l'AN
- Effet des perturbations issues du secteur en courant alternatif du laboratoire ou de toute autre alimentation électrique
- Effet de l'environnement

Après l'Article 8 existant, ajouter le nouvel Article 9 suivant:

## **9 Mesures de perturbations rayonnées dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz**

### **9.1 Mesure des perturbations de champ magnétique au moyen du LLAS dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz (voir aussi Article F.1)**

#### **9.1.1 Mesurande pour les mesures LLAS**

*I* Courant en dB(μA), mesuré dans chacune des trois boucles du LLAS

#### **9.1.2 Symboles des grandeurs d'entrée spécifiques aux mesures LLAS**

$\delta Z_{vf}$  Correction de l'écart du facteur de validation, en dB

$\delta Z_{fi}$  Correction de l'interpolation en fréquence du facteur de validation, en dB

#### **9.1.3 Grandeurs d'entrée à prendre en compte pour des mesures LLAS**

- Valeur du récepteur
- Affaiblissement du câble d'interconnexion entre le LLAS et le récepteur
- Ecart du facteur de validation
- Interpolation en fréquence du facteur de validation
- Grandeurs d'entrée liées au récepteur:
  - Précision de la tension sinusoïdale du récepteur
  - Réponse en amplitude pour les impulsions du récepteur
  - Variation de la réponse en impulsion du récepteur en fonction de la fréquence de répétition
  - Bruit de fond du récepteur
- Désadaptation entre le LLAS et le récepteur

### **9.2 Mesure des perturbations de champ magnétique dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz au moyen d'une antenne-cadre à différentes distances de l'EUT**

(vacant)

## **Annexe A – Base des valeurs de $U_{\text{CISPR}}$ dans le Tableau 1, informations générales et justification des grandeurs d'entrée communes à toutes les méthodes de mesure**

### **A.2 Justification des estimations de grandeurs d'entrée communes à toutes les mesures de perturbations (commentaires "A")**

Remplacer, au commentaire A2) existant modifié par l'Amendement 1, l'abréviation "AMN" par "AMN en V".

Au premier alinéa du commentaire A2), après le passage "l'AMN, l'AAN, le CDNE, le CP, le PVC, le VP" ajouté par l'Amendement 1, ajouter l'expression "le LLAS".

Ajouter, dans la première phrase du premier alinéa du commentaire A6), "un AN" entre les termes "un AMN" et "un AAN". Dans le second alinéa, ajouter le terme " $\delta F_{\text{AN}f}$ " entre les termes " $\delta F_{\text{AMN}f}$ " et " $\delta F_{\text{VP}f}$ ".

Remplacer, au premier alinéa du commentaire A6), l'expression "le facteur de pince absorbante et le facteur d'antenne" par la nouvelle expression "le facteur de pince absorbante, le facteur de validation LLAS et le facteur d'antenne".

Remplacer, dans le commentaire A7) a), l'abréviation "AMN" par l'abréviation "AN".

Remplacer, dans la NOTE 12 du commentaire A7) c), l'abréviation "AMN" par l'abréviation "AN".

## **Annexe B – Base des valeurs de $U_{\text{CISPR}}$ 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)**

Remplacer le titre existant par le nouveau titre suivant:

### **B.1 Budget d'incertitude pour des mesures de perturbations conduites aux accès secteur en courant alternatif au moyen d'un AMN en V**

Remplacer l'Equation (B.1) existante par la nouvelle équation suivante:

$$V = V_r + A_c + F_{\text{AN}} + \delta F_{\text{AN}f} + \delta V_{\text{sw}} + \delta V_{\text{pa}} + \delta V_{\text{pr}} + \delta V_{\text{nf}} + \delta M + \delta Z_{\text{AN}} + \delta D_{\text{mains}} + \delta E \quad (\text{B.1})$$

**Tableau B.1 – Mesures des perturbations conduites de 9 kHz à 150 kHz au moyen d'un AMN 50  $\Omega$ /50  $\mu\text{H}$  + 5  $\Omega$**

Remplacer, dans le titre existant, l'expression "AMN" par la nouvelle expression "AMN en V".

**Tableau B.2 – Mesures des perturbations conduites de 150 kHz à 30 MHz au moyen d'un AMN 50  $\Omega$ /50  $\mu\text{H}$**

Remplacer, dans le titre existant, l'expression "AMN" par la nouvelle expression "AMN en V".

## **B.6 Justification des estimations de grandeurs d'entrée spécifiques aux méthodes de mesure de perturbations conduites**

*Remplacer le commentaire existant B10) par le nouveau commentaire suivant:*

B10) Par hypothèse une estimation du facteur de division en tension de la CVP  $F_{CVP}$  est disponible dans un rapport d'étalonnage, ainsi que l'incertitude globale et le facteur d'élargissement associés. L'incertitude inclut le montage d'étalonnage.

*Ajouter, après l'expression "C.1.3 de la CISPR 22:2008" dans le commentaire existant B18), la nouvelle expression "ainsi qu'en C.4.1.6.4 de la CISPR 32:2015 [19]".*

*Ajouter, après l'Article B.8 existant ajouté par l'Amendement 1, les nouveaux Articles B.9 et B.10 suivants:*

## **B.9 Base des valeurs de $U_{cispr}$ dans le Tableau 1, budgets d'incertitude et justification des mesures de perturbations conduites aux accès secteur et aux autres accès au moyen d'un AN en $\Delta$**

Le mesurande  $V$  est calculé comme suit:

$$V = V_r + a_c + F_{AN} + \delta F_{ANf} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta Z_{AN} + \delta M + \delta D_{mains} + \delta V_{env} \quad (B.7)$$

**Tableau B.8 – Mesures des perturbations conduites  
de 150 kHz à 30 MHz au moyen d'un AN en  $\Delta$  de 150  $\Omega$**

| Grandeur d'entrée <sup>a</sup>                                                                     | $X_i$              | Incertitude sur $x_i$ |                                         | $c_i u(x_i)$ <sup>b</sup> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------------------|---------------------------|
|                                                                                                    |                    | dB                    | Fonction de distribution de probabilité | dB                        |
| Valeur du récepteur <sup>A1)</sup>                                                                 | $V_r$              | $\pm 0,1$             | $k = 1$                                 | 0,10                      |
| Affaiblissement du câble: AN-récepteur <sup>A2)</sup>                                              | $a_c$              | $\pm 0,1$             | $k = 2$                                 | 0,05                      |
| Facteur de division en tension de l'AN <sup>B25)</sup>                                             | $F_{AN}$           | $\pm 0,2$             | $k = 2$                                 | 0,10                      |
| Corrections du récepteur:                                                                          |                    |                       |                                         |                           |
| Tension sinusoïdale <sup>A3)</sup>                                                                 | $\delta V_{sw}$    | $\pm 1,0$             | $k = 2$                                 | 0,50                      |
| Réponse en amplitude pour les impulsions <sup>A4)</sup>                                            | $\delta V_{pa}$    | $\pm 1,5$             | Rectangulaire                           | 0,87                      |
| Réponse en fonction de la fréquence de répétition <sup>A4)</sup>                                   | $\delta V_{pr}$    | $\pm 1,5$             | Rectangulaire                           | 0,87                      |
| Rapport signal à bruit du récepteur <sup>A5)</sup>                                                 | $\delta V_{nf}$    | $\pm 0,0$             | Rectangulaire                           | 0,00                      |
| Interpolation en fréquence du VDF de l'AN <sup>A6)</sup>                                           | $\delta F_{ANf}$   | $\pm 0,1$             | Rectangulaire                           | 0,06                      |
| Désadaptation AN-récepteur <sup>A7)</sup>                                                          | $\delta M$         | $\pm 0,07$            | En forme de U                           | 0,05                      |
| Tolérances d'impédance (en mode commun) de l'AN <sup>B26)</sup>                                    | $\delta Z_{AN-CM}$ | +5,37/-3,67           | Triangulaire                            | 1,84                      |
| Tolérances d'impédance (en mode différentiel) de l'AN <sup>B26)</sup>                              | $\delta Z_{AN-DM}$ | +5,37/-1,94           | Triangulaire                            | 1,49                      |
| Effet des perturbations secteur <sup>B27)</sup>                                                    | $\delta D_{mains}$ | $\pm 0,0$             |                                         | 0,00                      |
| Effet de l'environnement <sup>B19)</sup>                                                           | $\delta V_{env}$   |                       |                                         |                           |
| <sup>a</sup> Les exposants renvoient aux commentaires numérotés en A.2 et dans la présente annexe. |                    |                       |                                         |                           |
| <sup>b</sup> Tous les coefficients de sensibilité ci sont par hypothèse égaux à 1, voir A.2.       |                    |                       |                                         |                           |
| Incertitude type composée                                                                          | $u_c$              |                       |                                         | 2,93                      |
| Incertitude globale ( $U_{CISPR}$ )                                                                | $2 u_c$            |                       |                                         | 5,86                      |

### B.10 Justification des estimations de grandeurs d'entrée spécifiques à la méthode de mesure au moyen d'un AN en $\Delta$

B25) Les estimations des facteurs de division en tension de l'AN en  $\Delta$   $F_{AN}$  ( $F_{AN\_asymmetric}$  et  $F_{AN\_symmetric}$ ) sont par hypothèse disponibles dans un rapport d'étalonnage, ainsi que les incertitudes globales et les facteurs d'élargissement associés.

B26) La CISPR 16-1-2 définit l'impédance en mode commun de l'AN en  $\Delta$  de 150  $\Omega$  comme égale à 150  $\Omega$  avec une tolérance d'amplitude de  $\pm 30 \Omega$  et une tolérance de phase de  $\pm 40^\circ$ . En prenant les valeurs extrêmes de toutes les combinaisons de l'impédance contrainte en mode commun de l'AN et de l'impédance non contrainte de l'EUT, l'estimation de la correction  $\delta Z_{AN-CM}$  est égale à zéro avec un écart de  $\pm 5,37/-3,67$  dB. La distribution de probabilité est réputée triangulaire, car il n'existe qu'une faible chance de rencontrer les combinaisons particulières d'impédance d'AN et d'impédance d'EUT nécessaires pour produire ces extrêmes. La distribution triangulaire est réputée symétrique.

L'incertitude réelle est réduite si l'impédance en mode commun réelle n'atteint pas les limites de tolérance.

La CISPR 16-1-2 définit l'impédance en mode différentiel de l'AN en  $\Delta$  de 150  $\Omega$  comme égale à 150  $\Omega$  avec une tolérance d'amplitude de  $\pm 30 \Omega$  et une tolérance de phase de  $\pm 40^\circ$ . En prenant les valeurs extrêmes de toutes les combinaisons de l'impédance contrainte en mode différentiel de l'AN et de l'impédance non contrainte

de l'EUT, l'estimation de la correction  $\delta Z_{AN-DM}$  est égale à zéro avec un écart de +5,37/–1,94 dB. La distribution de probabilité est réputée triangulaire, car il n'existe qu'une faible chance de rencontrer les combinaisons particulières d'impédance d'AN et d'impédance d'EUT nécessaires pour produire ces extrêmes. La distribution triangulaire est réputée symétrique.

L'incertitude réelle est réduite si l'impédance en mode différentiel réelle n'atteint pas les limites de tolérance.

- B27) Pour les mesures réalisées au moyen d'un AN en  $\Delta$ , les perturbations issues du secteur en courant alternatif, de tout autre type d'alimentation électrique ou d'une charge externe sont réputées supprimées par l'AN en  $\Delta$  lui-même ou par des filtres supplémentaires insérés à la ligne d'alimentation, si nécessaire.

#### Annexe D – Base des valeurs de $U_{CISPR}$ dans le Tableau 1 – Mesures des perturbations rayonnées de 30 MHz à 1 000 MHz

##### 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

Remplacer le titre du Tableau par le nouveau titre suivant:

**Tableau D.1 – Perturbations rayonnées en polarisation horizontale de 30 MHz à 200 MHz au moyen d'une antenne biconique sur un OATS/SAC à une distance de 3 m, 10 m ou 30 m**

**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**

Remplacer le titre du Tableau par le nouveau titre suivant:

**Tableau D.2 – Perturbations rayonnées en polarisation verticale de 30 MHz à 200 MHz au moyen d'une antenne biconique sur un OATS/SAC à une distance de 3 m, 10 m ou 30 m**

**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**

Remplacer le titre du Tableau par le nouveau titre suivant:

**Tableau D.3 – Perturbations rayonnées en polarisation horizontale de 200 MHz à 1 GHz au moyen d'une antenne LPDA sur un OATS/SAC à une distance de 3 m, 10 m ou 30 m**

Remplacer, dans la partie "Corrections de l'antenne LPDA" du tableau, les détails "Position du centre de phase <sup>D4)</sup>" comme suit:

|                                              |         |                  |            |               |      |
|----------------------------------------------|---------|------------------|------------|---------------|------|
| Position du centre de phase <sup>D4)</sup> à | 3 m     | $\delta F_{aph}$ | $\pm 0,20$ | Rectangulaire | 0,12 |
|                                              | ou 10 m | $\delta F_{aph}$ | $\pm 0,06$ | Rectangulaire | 0,03 |
|                                              | ou 30 m | $\delta F_{aph}$ | $\pm 0,02$ | Rectangulaire | 0,01 |

Remplacer les détails de l'incertitude globale situés immédiatement sous le Tableau D.3 par ce qui suit:

D'où l'incertitude globale:

$$U(E) = 2u_c(E) = \begin{cases} 5,12 \text{ dB, à une séparation de 3 m (avec inclinaison)} \\ 5,21 \text{ dB, à une séparation de 3 m (sans inclinaison)} \\ 5,20 \text{ dB, à une séparation de 10 m} \\ 5,19 \text{ dB, à une séparation de 30 m} \end{cases}$$

**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**

Remplacer le titre du Tableau par le nouveau titre suivant:

**Tableau D.4 – Perturbations rayonnées en polarisation verticale de 200 MHz à 1 GHz au moyen d'une antenne LPDA sur un OATS/SAC à une distance de 3 m, 10 m ou 30 m**

Remplacer, dans la partie "Corrections de l'antenne LPDA" du tableau, les détails "Position du centre de phase <sup>D4)</sup>" comme suit:

|                                              |         |                         |            |               |      |
|----------------------------------------------|---------|-------------------------|------------|---------------|------|
| Position du centre de phase <sup>D4)</sup> à | 3 m     | $\delta F_{\text{aph}}$ | $\pm 0,20$ | Rectangulaire | 0,12 |
|                                              | ou 10 m | $\delta F_{\text{aph}}$ | $\pm 0,06$ | Rectangulaire | 0,03 |
|                                              | ou 30 m | $\delta F_{\text{aph}}$ | $\pm 0,02$ | Rectangulaire | 0,01 |

Remplacer les détails de l'incertitude globale situés immédiatement sous le Tableau D.4 par ce qui suit:

D'où l'incertitude globale:

$$U(E) = 2u_c(E) = \begin{cases} 5,14 \text{ dB, à une séparation de 3 m (avec inclinaison)} \\ 6,21 \text{ dB, à une séparation de 3 m (sans inclinaison)} \\ 5,21 \text{ dB, à une séparation de 10 m} \\ 5,18 \text{ dB, à une séparation de 30 m} \end{cases}$$

### D.3 Justification des estimations de grandeurs d'entrée spécifiques aux méthodes de mesure de perturbations rayonnées de 30 MHz à 1 000 MHz

Remplacer, dans le commentaire D4), l'ensemble du texte existant et les notes par le nouveau texte et les notes suivants:

D4) La correction  $\delta F_{\text{aph}}$  de la position du centre de phase est négligeable dans le cas d'une antenne biconique. Pour une antenne LPDA, la variation de la position du centre de phase en fonction de la fréquence peut être corrigée selon les recommandations de la CISPR 16-2-3.

Pour une antenne LPDA, la correction  $\delta F_{\text{aph}}$  était censée être appliquée par exemple par des corrections équivalentes des facteurs d'antenne pour la distance de mesure spécifiée (voir CISPR 16-2-3). L'incertitude réduite restante est indiquée dans les Tableaux D.3 et D.4 avec une distribution de probabilité rectangulaire ayant une demi-largeur évaluée en tenant compte de l'effet d'une erreur de distance de séparation de  $\pm 0,07$ , et en prenant pour hypothèse que l'intensité du champ est inversement proportionnelle à la distance de séparation. Par exemple pour  $d = 10 \text{ m}$ ,  $20 \lg(1 + 0,07/10) = 0,06 \text{ dB}$ .

NOTE 4 Si un doublet accordé est utilisé comme antenne de mesure, la correction  $\delta F_{\text{aph}}$  est négligeable.

NOTE 5 Pour les antennes hybrides, l'erreur augmente si aucune correction  $\delta F_{\text{aph}}$  n'est appliquée pour l'effet systématique [voir commentaire D12)].

Remplacer, dans le commentaire D11) 2<sup>e</sup> alinéa, le texte existant "paragraphe 7.2.3 de la CISPR 16-2-3:2010" par le texte suivant:

Paragraphe 7.3.4 de la CISPR 16-2-3:2016

Remplacer, dans le commentaire D12), l'ensemble du texte existant, les équations et les notes par le nouveau texte, les équations, les notes et les tableaux suivants:

D12) Les antennes hybrides sont prises en compte dans le calcul des Tableaux D.7, D.8 et D.9. Les antennes hybrides, utilisées pour les mesures de perturbations rayonnées dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz et composées d'une partie doublet à large bande et d'une partie antenne LPDA possèdent en général les caractéristiques suivantes (les fabricants d'antennes peuvent fournir différents paramètres pour les conceptions spécifiques):

- une gamme de fréquences jusqu'à environ 100 MHz, où l'antenne agit comme une antenne biconique (voir Tableaux D.1, D.2 et D.5);
- une gamme de fréquences de transition d'environ 100 MHz jusqu'à environ 200 MHz (voir ci-après dans ce commentaire); et
- une gamme de fréquences au-dessus d'environ 200 MHz, où l'antenne agit comme une antenne LPDA (voir Tableaux D.3, D.4 et D.6). Pour la correction  $\delta F_{\text{adir}}$ , il est considéré que la partie LPDA est généralement plus proche de l'EUT qu'indiqué ci-dessus dans le commentaire D3), ce qui signifie que les facteurs de correction sont sensiblement supérieurs et que les incertitudes sont sensiblement plus importantes.

Dans la gamme de fréquences jusqu'à 100 MHz, l'hypothèse suivante est retenue:

- la variation du facteur d'antenne par rapport à  $F_a$  pour la polarisation horizontale à une hauteur de 1 m atteint un maximum par rapport à la fréquence de  $\pm 2$  dB environ 60 MHz et à une hauteur de 4 m la variation se situe autour de  $\pm 0,5$  dB (les données spécifiques aux différents types d'antennes doivent être fournies par le fabricant de l'antenne). Etant donné que, en polarisation horizontale, la hauteur de l'antenne pour les mesures OATS/SAC dans la gamme de fréquences au-dessous de 100 MHz est à son maximum, l'écart de hauteur du facteur d'antenne le plus faible a été pris comme postulat.

Dans la gamme de fréquences de transition, les éléments suivants peuvent être utilisés comme des hypothèses pour ce qui concerne l'incertitude:

- le gain d'antenne (en dBi) et, par association, la directivité du diagramme (en dB) augmentent de façon linéaire en fonction de la fréquence (des diagrammes d'antenne complets peuvent être obtenus auprès du fabricant pour la correction  $\delta F_{\text{adir}}$ );
- au fur et à mesure que la fréquence augmente, le centre de phase active se déplace linéairement depuis les éléments du doublet à large bande jusqu'aux éléments 200 MHz de la partie LPDA [un calcul détaillé de la correction AF,  $\delta F_{\text{aph}}$ , est donné ci-dessous dans l'Equation (D.4)];
- la suppression de la polarisation croisée est supérieure ou égale à 20 dB; et
- le déséquilibre du symétriseur est en général aussi faible que celui des éléments du doublet à large bande.

Il est admis par hypothèse que l'antenne est fournie avec des facteurs d'antenne en espace libre. Les facteurs d'antenne en espace libre s'appliquent à la position du centre de phase. Sachant que la position du centre de phase sur l'antenne dépend de la fréquence, la distance par rapport à un EUT fixe dépend également de la fréquence.

L'équation (8) de la norme CISPR 16-2-3:2016, ainsi que l'équation (A.1) de la norme CISPR 16-1-6:2014 [18] suggèrent une correction de l'intensité de champ. Pour une fréquence donnée, la correction suivante,  $\Delta E$  en dB, est ajoutée à l'intensité du champ électrique mesurée:

$$\Delta E = 20 \lg \left( \frac{d_{\text{phase}}}{d} \right) = 20 \lg \left( \frac{d + \Delta d}{d} \right) \quad (\text{D.3})$$

Selon une note dans la norme CISPR 16-2-3, cette correction peut également être effectuée en utilisant des facteurs d'antenne dépendant de la distance. Afin de corriger l'écart par rapport à la distance de référence, par exemple 10 m ou 3 m, il est admis par hypothèse que le facteur d'antenne est corrigé. Il est admis par hypothèse qu'un repère sera utilisé au niveau du point médian de l'antenne afin de définir la distance entre l'EUT et l'antenne,  $d$ . Ainsi, le facteur d'antenne réel  $F_{a \text{ act}}$  est calculé en utilisant les équations suivantes:

$$F_{a \text{ act}} = F_a + \delta F_{\text{aph}} \quad (\text{D.4})$$

où  $\delta F_{\text{aph}} = 20 \lg \left( \frac{d + \Delta d}{d} \right)$

et

- $F_{a \text{ act}}$  est le facteur d'antenne réel (corrigé) en dB(m<sup>-1</sup>);
- $F_a$  est le facteur d'antenne en espace libre, en dB(m<sup>-1</sup>);
- $\delta F_{\text{aph}}$  est la correction de la variation du centre de phase, en dB;
- $d$  est la distance du point médian de l'EUT à l'antenne, en m;
- $d_{\text{phase}}$  est la distance de l'EUT au centre de phase, en m;

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-4-2:2011/AMD2:2018

$\Delta d$  est la distance entre le centre de phase et le point médian de l'antenne (positive si le centre de phase est plus éloigné de l'EUT que du point médian de l'antenne), en m.

Pour la gamme de fréquences de 30 MHz à 100 MHz,  $\Delta d = c_0$ , c'est-à-dire une constante (distance des éléments du doublet à large bande par rapport au point médian de l'antenne).

Pour la gamme de fréquences de 100 MHz à 200 MHz,  $\Delta d = c_1 + (c_2 f)$ , où  $c_0 = c_1 + (100c_2)$ , de sorte que  $\Delta d$  à 100 MHz est égal à la valeur dans la gamme de basses fréquences et  $f$  est en MHz.  $\Delta d$  à 200 MHz (position définie par les éléments de l'antenne LPDA résonant à 200 MHz), il convient qu'il soit en accord avec la valeur de  $\Delta d$  dans la gamme des hautes fréquences.

Pour la gamme de fréquences de 200 MHz à 1 000 MHz,  $\Delta d = c_3 + (c_4 / f)$ , où il convient de choisir les constantes  $c_3$  et  $c_4$  de façon à ce que  $\Delta d$  soit conforme aux positions du centre de phase à 200 MHz et 1 000 MHz.

NOTE 7  $c_0$ ,  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$  et  $c_4$  sont des constantes pour le calcul de  $\Delta d$  qui pourraient être fournies par le fabricant de l'antenne.

EXEMPLE Pour  $c_0 = 0,47$  m;  $c_1 = 0,61$  m;  $c_2 = 0,0014$  m/MHz;  $c_3 = -0,58$  m et  $c_4 = 182,5$  m  $\times$  MHz:

Sous 100 MHz, la distance du centre de phase par rapport au point médian de l'antenne  $\Delta d = 0,47$  m et pour une distance de mesure de 3 m ( $d = 3$  m), la correction du facteur d'antenne est  $\delta F_{\text{aph}} = 20 \lg \frac{3 \text{ m} + 0,47 \text{ m}}{3 \text{ m}} = +1,26$  dB.

Entre 100 MHz et 200 MHz, la position du centre de phase  $\Delta d$  varie entre 0,47 m et 0,33 m. A 200 MHz,  $\delta F_{\text{aph}} = +0,91$  dB (pour  $d = 3$  m).

Entre 200 MHz et 1 000 MHz, la position du centre de phase par rapport au point médian de l'antenne varie entre 0,33 m et  $-0,40$  m, ce qui donne une correction du facteur d'antenne de  $-1,24$  dB à 1 000 MHz (pour  $d = 3$  m). Le centre de phase est au point médian de l'antenne à 314,6 MHz.

Pour estimer l'incertitude de  $\delta F_{\text{aph}}$ , le modèle est considéré comme approximatif. L'incertitude de  $\delta F_{\text{aph}}$  est inférieure si l'antenne est inclinée [comme indiqué dans le commentaire D3)], car les angles d'incidence sont plus proches de l'axe de visée.

Les antennes hybrides peuvent être constituées d'une partie LPDA en V, pour un gain d'antenne supérieur et des diagrammes de rayonnement dans le plan E et H similaires. Dans ce cas, l'inclinaison de l'antenne à une distance de 3 m réduit l'incertitude de directivité en polarisation horizontale et verticale.

Les antennes hybrides ont habituellement le ROS élevé (jusqu'à 40:1) des antennes biconiques de 30 MHz environ. Lorsqu'elles sont associées à un câble à faibles pertes et à un ROS du récepteur de 2:1, cela peut entraîner une incertitude de désadaptation type jusqu'à 1,8 dB. Heureusement, les extrêmes ne se produisent pas tous à la même fréquence, c'est-à-dire désadaptation importante de l'antenne associée à une faible désadaptation du récepteur et de l'antenne, où le facteur d'antenne varie fortement en fonction de la hauteur et où l'incertitude de directivité augmente.