

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



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

**Electric and hybrid electric road vehicles – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of off-board receivers below 30 MHz**

**Véhicules routiers électriques et hybrides électriques – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure pour la protection des récepteurs extérieurs en dessous de 30 MHz**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 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 Secretariat  
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 corrigendum or an amendment might have been published.

#### 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 once a month by email.

#### 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).

#### IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](http://products.iec.ch)

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

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

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

### 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.

#### 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 une fois par mois par email.

#### 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).

#### IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](http://products.iec.ch)

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

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

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



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

**Electric and hybrid electric road vehicles – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of off-board receivers below 30 MHz**

**Véhicules routiers électriques et hybrides électriques – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure pour la protection des récepteurs extérieurs en dessous de 30 MHz**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-8322-7055-4

**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.**

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

## REDLINE VERSION

## VERSION REDLINE



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

**Electric and hybrid electric road vehicles – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of off-board receivers below 30 MHz**

**Véhicules routiers électriques et hybrides électriques – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure pour la protection des récepteurs extérieurs en dessous de 30 MHz**

## CONTENTS

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                                                              | 4  |
| INTRODUCTION.....                                                                                                          | 6  |
| 1 Scope.....                                                                                                               | 7  |
| 2 Normative references .....                                                                                               | 7  |
| 3 Terms and definitions .....                                                                                              | 8  |
| 4 Limits of radiated disturbances .....                                                                                    | 9  |
| 4.1 Determination of conformance of vehicle with limits .....                                                              | 9  |
| 4.2 Quasi-peak detector limits.....                                                                                        | 10 |
| 5 Methods of measurement .....                                                                                             | 11 |
| 5.1 Measurement instruments .....                                                                                          | 11 |
| 5.1.1 Measuring receiver .....                                                                                             | 11 |
| 5.1.2 Magnetic field antenna.....                                                                                          | 12 |
| 5.1.3 Measurement instrumentation uncertainty.....                                                                         | 12 |
| 5.2 Measuring site requirements .....                                                                                      | 13 |
| 5.2.1 Outdoor test site (OTS) requirements .....                                                                           | 13 |
| 5.2.2 Alternative test site requirements.....                                                                              | 14 |
| 5.3 Test setup for measurement antenna .....                                                                               | 14 |
| 5.3.1 General .....                                                                                                        | 14 |
| 5.3.2 Distance .....                                                                                                       | 14 |
| 5.3.3 Position .....                                                                                                       | 14 |
| 5.3.4 Height.....                                                                                                          | 16 |
| 5.4 Test object conditions .....                                                                                           | 16 |
| 5.4.1 General .....                                                                                                        | 16 |
| 5.4.2 Vehicles .....                                                                                                       | 16 |
| Annex A (normative/informative) Measurement instrumentation uncertainty .....                                              | 17 |
| A.1 Overview.....                                                                                                          | 17 |
| A.2 Radiated disturbance measurements <del>at an OTS or in an ALSE</del> in the<br>frequency range 150 kHz to 30 MHz ..... | 17 |
| A.2.1 General .....                                                                                                        | 17 |
| A.2.2 Measurand .....                                                                                                      | 18 |
| A.2.3 Input quantities to be considered for radiated disturbance<br>measurements.....                                      | 18 |
| Annex B (informative) Uncertainty budgets for radiated disturbance measurements of<br>magnetic field strength.....         | 21 |
| B.1 General.....                                                                                                           | 21 |
| B.2 Typical CISPR 36 uncertainty budgets .....                                                                             | 21 |
| B.3 Receiver's frequency step.....                                                                                         | 22 |
| Annex C (informative) Items under consideration .....                                                                      | 25 |
| C.1 General.....                                                                                                           | 25 |
| C.2 Plug-in charging mode and WPT charging mode .....                                                                      | 25 |
| C.3 Correlation between OTS, OATS and ALSE measurements .....                                                              | 25 |
| C.4 Measurement distance of 10 m .....                                                                                     | 25 |
| Bibliography.....                                                                                                          | 26 |
| Figure 6 – Determination of conformance when using a peak detector prescan.....                                            | 10 |

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 – Limit of magnetic field disturbance (quasi-peak detector) at 3 m antenna distance ..... | 11 |
| Figure 2 – Measuring site (OTS) for vehicles .....                                                 | 13 |
| Figure 3 – Magnetic field measurement – transverse loop orientation .....                          | 15 |
| Figure 4 – Magnetic field measurement – radial loop orientation .....                              | 15 |
| Figure 5 – Magnetic field antenna height – Elevation view (radial loop orientation) .....          | 16 |
| Figure A.1 – Sources of measurement instrumentation uncertainty (e.g., for ALSE) .....             | 18 |
| Figure B.1 – Example of measurement for frequency step uncertainty evaluation .....                | 24 |
| Table 1 – Limit of disturbance (quasi-peak detector at 3 m antenna distance) .....                 | 10 |
| Table 2 – Spectrum analyser parameters .....                                                       | 12 |
| Table 3 – Scanning receiver parameters .....                                                       | 12 |
| Table A.1 – Input quantities to be considered for radiated disturbance measurements .....          | 19 |
| Table B.1 – Typical uncertainty budget – 3 m distance – loop antenna (e.g. for ALSE) .....         | 21 |

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**ELECTRIC AND HYBRID ELECTRIC ROAD VEHICLES –  
RADIO DISTURBANCE CHARACTERISTICS –  
LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT FOR  
THE PROTECTION OF OFF-BOARD RECEIVERS BELOW 30 MHz**

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

**This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.**

**CISPR 36 edition 1.1 contains the first edition (2020-07) [documents CISPR/D/462/CDV and CISPR/D/464A/RVC] and its amendment 1 (2023-05) [documents CIS/D/483/CDV and CIS/D/490A/RVC].**

**In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.**

International Standard CISPR 36 has been prepared by CISPR subcommittee D: Electromagnetic disturbances related to electric/electronic equipment on vehicles and internal combustion engine powered devices.

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

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

## INTRODUCTION

There is a specific need for documents to define acceptable low frequency performance of all electrical/electronic products. CISPR 36 has been developed to serve the electric and hybrid electric road vehicle and related industries with test methods and limits that provide satisfactory protection for radio reception.

~~Compliance with this document is sometimes insufficient for the protection of receivers used in the residential environment nearer than 10 m to the vehicle. It also sometimes does not provide sufficient protection for new types of radio transmissions.~~

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

# **ELECTRIC AND HYBRID ELECTRIC ROAD VEHICLES – RADIO DISTURBANCE CHARACTERISTICS – LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT FOR THE PROTECTION OF OFF-BOARD RECEIVERS BELOW 30 MHz**

## **1 Scope**

This document defines limits for 3 m measurement distance and methods of measurement that are designed to provide protection for off-board receivers (at 10 m distance) in the frequency range of 150 kHz to 30 MHz when used in the residential environment.

NOTE Protection of receivers used on board the same vehicle as the disturbance source(s) is covered by CISPR 25.

This document applies to the emission of electromagnetic energy which might cause interference to radio reception and which is emitted from electric and hybrid electric vehicles (see 3.2 and 3.3) propelled by an ~~internal traction battery (see 3.2 and 3.3)~~ electric motor supplied with electric energy by internal rechargeable energy storage system (with voltages above 60 V) when operated on the road.

~~This document applies to vehicles that have a traction battery voltage between 100 V and 1 000 V.~~

Electric vehicles to which CISPR 14-1 applies are not in the scope of this document.

This document applies only to road vehicles where an electric propulsion is used for sustained speed of more than 6 km/h.

Vehicles where the electric motor is only used to start up the internal combustion engine (e.g. "micro hybrid") and vehicles where the electric motor is used for additional propulsion only during acceleration (e.g. "48 V mild hybrid vehicles") are not in the scope of this document.

The radiated emission requirements in this document are not ~~intended to be~~ applicable to the intentional transmissions from a radio transmitter as defined by the ITU-R, including their spurious emissions.

Annex C lists work being considered for future revisions.

## **2 Normative references**

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

CISPR 16-1-1:2015, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

CISPR 16-1-4:2019, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements*

CISPR 16-2-3:2016, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*  
CISPR 16-2-3:2016/AMD1:2019

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

##### **absorber lined shielded enclosure**

##### **ALSE**

shielded enclosure in which the ceiling and walls are covered with material that absorbs electromagnetic energy (i.e. RF absorber)

#### 3.2

##### **electric vehicle**

vehicle propelled exclusively by electric motor(s) powered by on-board ~~traction battery or batteries~~ REESS

Note 1 to entry: Vehicles equipped with an additional power source (e.g. auxiliary combustion engine, fuel cell) used to provide electric power to the electric motor ~~traction battery~~ REESS only, without contributing to the mechanical propulsion of the vehicle, are considered ~~as~~ electric vehicles for the purposes of this document.

#### 3.3

##### **hybrid electric vehicle**

vehicle propelled by electric motor(s) and internal combustion engine

Note 1 to entry: The two propulsion systems can operate individually or in a combined mode depending on the hybrid system.

#### 3.4

##### **open-area test site**

##### **OATS**

facility for measurements and calibrations in which the ground reflection is made reproducible by a large flat electrically conducting ground plane

Note 1 to entry: An OATS can be used for radiated disturbance measurements, where it is also designated as a COMTS. An OATS can also be used for antenna calibrations, where it is designated as a CALTS.

Note 2 to entry: An OATS is an uncovered outdoor site, and is far enough away from buildings, electric lines, fences, trees, underground cables, pipelines, and other potentially reflective objects, so that the effects due to such objects are negligible. See CISPR 16-1-4 for guidance on the construction of an OATS.

[SOURCE CISPR 16-2-3:2016, 3.1.20]

#### 3.5

##### **outdoor test site**

##### **OTS**

measurement site similar to an open-area test site as specified in CISPR 16-1-4, but without any type of metallic ground plane and with different dimensions

Note 1 to entry: Specific requirements are defined in this document.

### 3.6

#### **residential environment**

environment having a 10 m protection distance between the source and the point of radio reception

Note 1 to entry: Examples of a residential environment include rooming houses, private dwellings, entertainment halls, theatres, schools, public streets, shopping centres / malls, etc.

### 3.7

#### ~~traction battery~~

~~battery used for the propulsion of electric vehicle or hybrid electric vehicle~~

#### **rechargeable energy storage system**

##### **REESS**

storage system that provides electric energy for electric propulsion, which can be recharged

Note 1 to entry: Components of the REESS can be high voltage (HV) batteries.

### 3.8

#### **vehicle**

machine operating on land which is intended to carry persons or goods

Note 1 to entry: Vehicles include, but are not limited to, cars, trucks, buses and mopeds.

### 3.9

#### **high voltage**

##### **HV**

operating voltage above 60 V

Note 1 to entry: The term high voltage can be defined with a different voltage range in other standards.

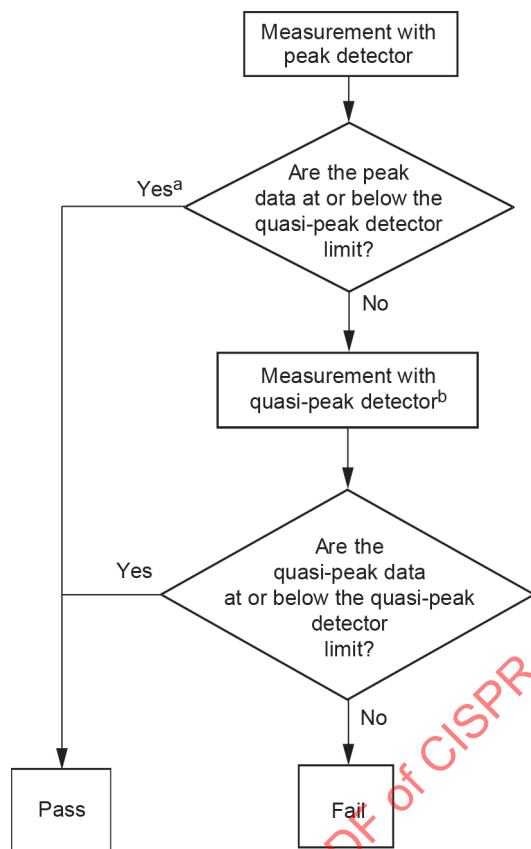
## **4 Limits of radiated disturbances**

### **4.1 Determination of conformance of vehicle with limits**

The vehicle shall comply with the quasi-peak detector magnetic field strength limits specified in 4.2, when ~~it is in "Propulsion" mode of operation,~~ operated as per 5.4.2.2.

The limits given in this document take into account uncertainties.

If an initial peak detector prescan is performed (i.e., before any quasi peak detector measurements), then the compliance shall be determined based on the flowchart in Figure 6.



IEC

- a Because the measurement result with peak detector is always higher than or equal to the measurement result with quasi-peak detector, this single detector measurement can lead to a simplified and quicker conformance process.
- b This flow-chart is applicable for each individual frequency, i.e. only the emissions that are above the limit when measured with peak detector need to be remeasured with quasi-peak detector.

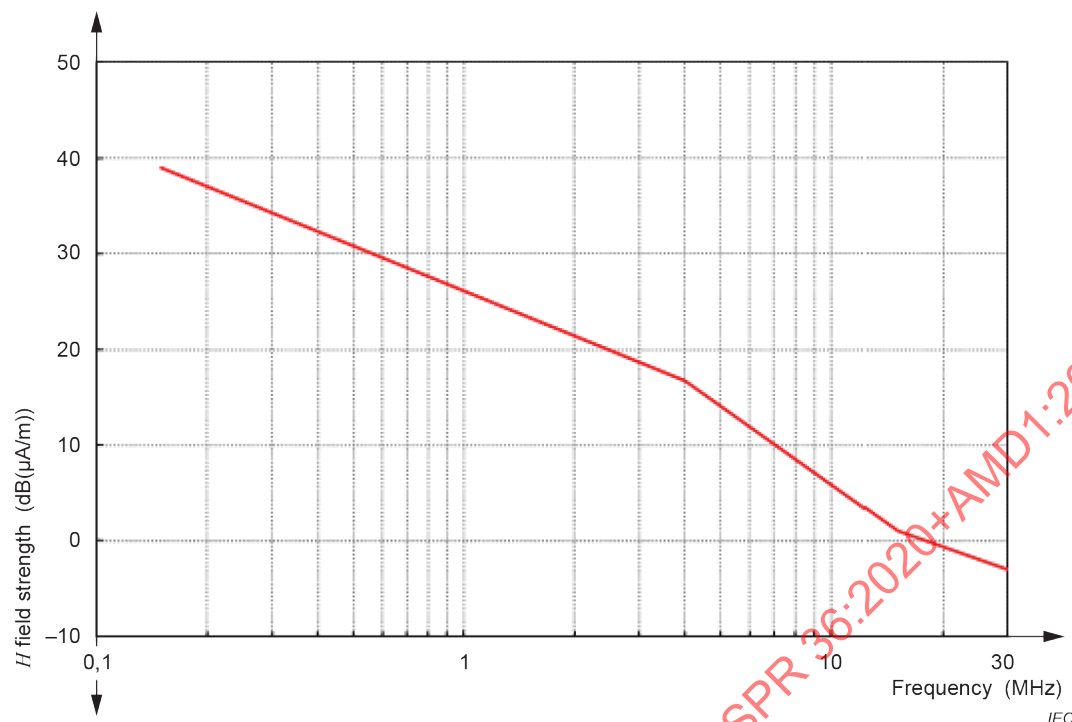
**Figure 6 – Determination of conformance when using a peak detector prescan**

## 4.2 Quasi-peak detector limits

The limit for emissions measured with quasi-peak detector at 3 m antenna distance is given in Table 1 and is shown graphically in Figure 1. It is expressed in dB(µA/m). For more accurate determination, the formula given in Table 1 shall be used.

**Table 1 – Limit of disturbance (quasi-peak detector at 3 m antenna distance)**

| Frequency<br>MHz | H field<br>dB(µA/m)                        |
|------------------|--------------------------------------------|
| 0,15 to 4        | $26,11 - 15,64 \times \lg(f_{\text{MHz}})$ |
| 4 to 15          | $33,17 - 27,35 \times \lg(f_{\text{MHz}})$ |
| 15 to 30         | $16,63 - 13,29 \times \lg(f_{\text{MHz}})$ |



**Figure 1 – Limit of magnetic field disturbance (quasi-peak detector)  
at 3 m antenna distance**

## 5 Methods of measurement

### 5.1 Measurement instruments

#### 5.1.1 Measuring receiver

##### 5.1.1.1 General

The measuring receiver (including FFT-based measurement instruments) shall comply with the requirements of CISPR 16-1-1:2015. Either manual or automatic frequency scanning may be used.

A preamplifier can be used between the antenna and measuring receiver in order to achieve the 6 dB noise floor requirements (see 5.2.1.2). If a preamplifier is used to achieve the 6 dB noise floor requirement, the laboratory should establish a procedure to avoid overload of the preamplifier, such as using a step attenuator. The laboratory should also ensure the receiver is not overloaded in all measurement scenarios, with or without an external preamplifier.

##### 5.1.1.2 Spectrum analyser parameters

The scan rate of the spectrum analyser shall be adjusted for the CISPR frequency band and detection mode used. The maximum scan rate shall comply with the requirements of CISPR 16-2-3.

Spectrum analysers may be used for performing compliance measurements to this document providing the precautions cited in CISPR 16-1-1:2015 on the use of spectrum analysers are adhered to and that the broadband emissions from the product being tested have a repetition frequency greater than 20 Hz.

The minimum scan time and resolution bandwidth (RBW) are listed in Table 2.

**Table 2 – Spectrum analyser parameters**

| Frequency range<br>MHz | Quasi-peak detector |           |
|------------------------|---------------------|-----------|
|                        | RBW at –6 dB        | Scan time |
| 0,15 to 30             | 9 kHz               | 200 s/MHz |

| Frequency range<br>MHz | Quasi-peak detector |                   | Peak detector |                   |
|------------------------|---------------------|-------------------|---------------|-------------------|
|                        | RBW at –6 dB        | Minimum scan time | RBW at –6 dB  | Minimum scan time |
| 0,15 to 30             | 9 kHz               | 200 s/MHz         | 9 kHz         | 10 s/MHz          |

When a spectrum analyser is used for measurements, the video bandwidth shall be at least three times the RBW.

#### 5.1.1.3 Scanning receiver parameters

The measurement time of the scanning receiver shall be adjusted for the CISPR frequency band and detection mode used. The bandwidth (BW), minimum measurement time, and maximum step size ~~and bandwidth (BW)~~ are listed in Table 3.

**Table 3 – Scanning receiver parameters**

| Frequency range<br>MHz | Quasi-peak detector |           |                          |
|------------------------|---------------------|-----------|--------------------------|
|                        | BW at –6 dB         | Step size | Minimum measurement time |
| 0,15 to 30             | 9 kHz               | 5 kHz     | 1 s                      |

| Frequency range<br>MHz                                                                                                                          | Quasi-peak detector |                   |                          | Peak detector |                   |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|---------------|-------------------|--------------------------|
|                                                                                                                                                 | BW at –6 dB         | Maximum step size | Minimum measurement time | BW at –6 dB   | Maximum step size | Minimum measurement time |
| 0,15 to 30                                                                                                                                      | 9 kHz               | 5 kHz             | 1 s                      | 9 kHz         | 5 kHz             | 50 ms                    |
| NOTE The minimum dwell time for FFT based measurements should be 1 s. For further guidance on FFT-based measurement settings, see CISPR 16-2-3. |                     |                   |                          |               |                   |                          |

#### 5.1.2 Magnetic field antenna

For measuring the magnetic field, an electrically-screened loop antenna shall be used (see CISPR 16-1-4:2019, 4.4.2).

#### 5.1.3 Measurement instrumentation uncertainty

The measurement instrumentation uncertainty shall be calculated as described in Annex A.

Measurement instrumentation uncertainty shall not be taken into account in the determination of compliance.

Examples of uncertainty budgets are given in Annex B. If the calculated expanded measurement instrumentation uncertainty exceeds that of the corresponding example in Annex B, the value of the expanded uncertainty shall be documented in the test report.

NOTE The provisions for measurement instrumentation uncertainty (MIU) in this document do not follow CISPR 16-4-2 for considering MIU. The deviation from policy is justified due to the missing site validation method which will be covered in a future revision of CISPR 36. An estimation of the uncertainty contribution caused by site imperfections cannot be made without site validation criterion.

## 5.2 Measuring site requirements

### 5.2.1 Outdoor test site (OTS) requirements

#### 5.2.1.1 OTS for vehicles

The test site shall be a clear area, free from electromagnetic reflecting surfaces (except the floor) within a circle of minimum radius of 20 m measured from a point midway between the vehicle and the antenna. As an exception, the measuring equipment and test hut or vehicle in which the measuring equipment is located (when used) may be within the test site, but only in the permitted region indicated by the crosshatched area of Figure 2.

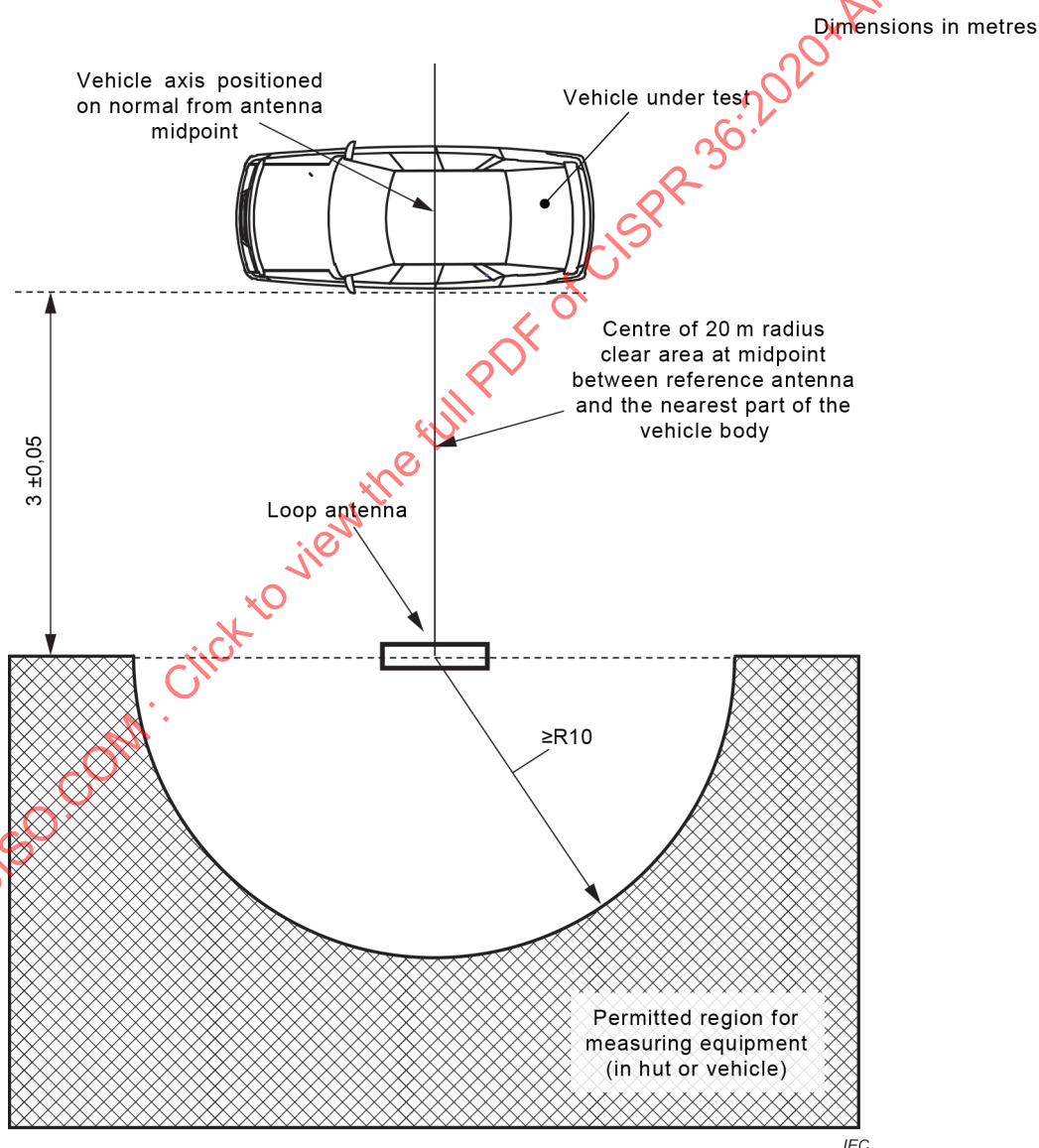


Figure 2 – Measuring site (OTS) for vehicles

#### 5.2.1.2 Ambient magnetic field requirements

To ensure that there is no extraneous noise or signals of sufficient magnitude or density to affect materially the vehicle measurement, ambient measurements shall be taken before and after the main test, but without the vehicle under test running. In both of these measurements,

the ambient noise shall be at least 6 dB below the limits of disturbance given in Clause 4, excluding intentional radiators.

## 5.2.2 Alternative test site requirements

### 5.2.2.1 General

Absorber lined shielded enclosures (ALSE) and open area test sites (OATS) may be used. An ALSE has the advantage of all-weather testing, a controlled environment and improved repeatability because of the stable chamber electrical characteristics.

NOTE There is ongoing work on an appropriate correlation method (see Annex C)

### 5.2.2.2 Ambient magnetic field requirements

The ambient noise level shall be at least 6 dB below the limits of disturbance given in Clause 4 or, otherwise, the combination of emissions from the vehicle (while operating as specified in this document) and ambient noise shall comply with those limits. The ambient level shall be verified periodically or when test results indicate the possibility of non-compliance.

## 5.3 Test setup for measurement antenna

### 5.3.1 General

At each measurement frequency (including the start and end frequencies), measurements shall be taken for two loop orientations (H radial and H transverse).

Electrical interaction between the antenna elements and the antenna support/guy system should be avoided.

Sheath current chokes and ferrite (e.g. sheath-current suppressor in CISPR 25:2016, Annex C) should be loaded to the cable to reduce the common mode current (e.g. placing ferrite with a minimum impedance of 50  $\Omega$  at 25 MHz on the antenna cable every 200 mm along its entire length within the ALSE).

### 5.3.2 Distance

The projected horizontal distance along the measurement axis (i.e. along the vehicle body longitudinal axis, for front and rear antenna positions, and along the vehicle body transversal axis, for left and right antenna locations) between the centre of the loop antenna and the nearest part of the vehicle body shall be 3,00 m  $\pm$  0,05 m for all antenna positions.

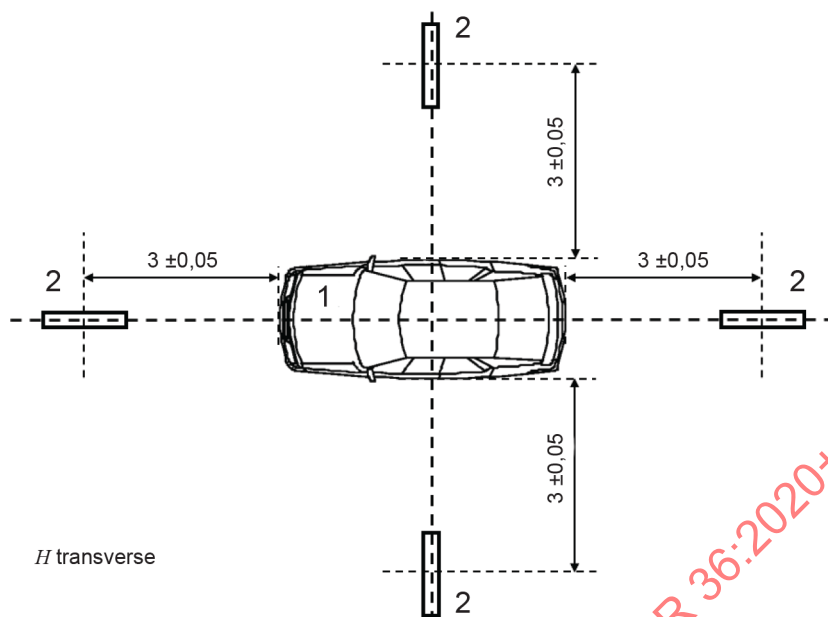
### 5.3.3 Position

Four antenna positions are required. The same positions shall be used for both loop orientations measurements (see Figure 3 and Figure 4):

- front of the vehicle with the centre of the loop aligned with the vehicle body longitudinal axis;
- rear of the vehicle with the centre of the loop aligned with the vehicle body longitudinal axis;
- left of the vehicle with the centre of the loop aligned with the vehicle body transversal axis;
- right of the vehicle with the centre of the loop aligned with the vehicle body transversal axis.

If the measurements are performed in an ALSE, the minimum distance between any portion of the loop antenna and the absorber material shall be 1 m.

Dimensions in metres



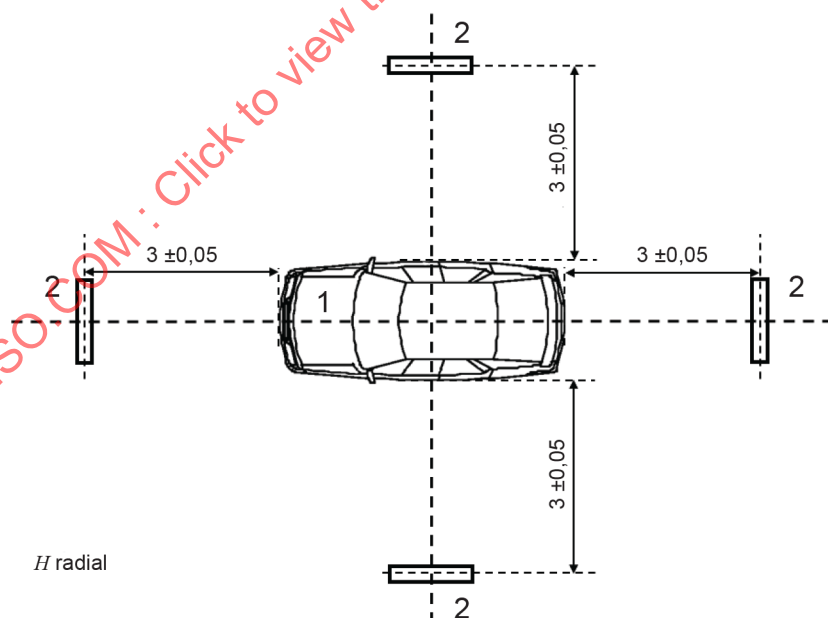
IEC

**Key**

- 1 vehicle under test
- 2 antenna (four positions)

**Figure 3 – Magnetic field measurement – transverse loop orientation**

Dimensions in metres



IEC

**Key**

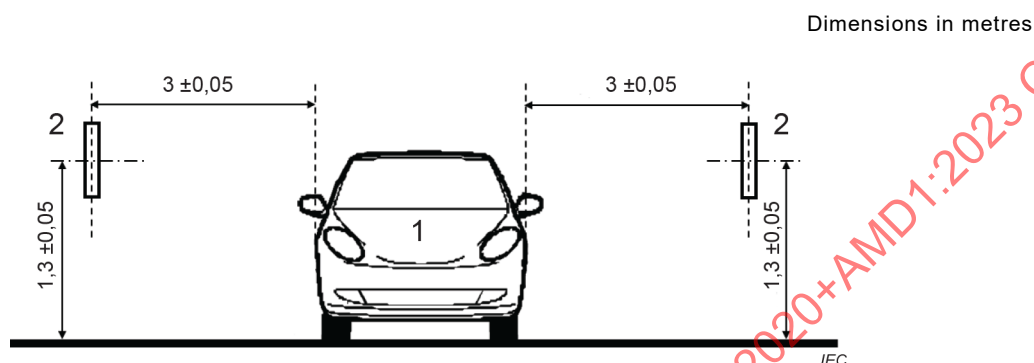
- 1 vehicle under test
- 2 antenna (four positions)

**Figure 4 – Magnetic field measurement – radial loop orientation**

### 5.3.4 Height

The height of the loop centre shall be  $1,30\text{ m} \pm 0,05\text{ m}$  above the ground level for all antenna positions defined in 5.3.3.

Antenna height conditions are represented in Figure 5 for right and left positions.



#### Key

- 1 vehicle under test (front view)
- 2 loop antenna

**Figure 5 – Magnetic field antenna height – Elevation view (radial loop orientation)**

## 5.4 Test object conditions

### 5.4.1 General

Measurements made while the vehicle is dry or made more than 10 min after precipitation has stopped falling are preferred.

### 5.4.2 Vehicles

#### 5.4.2.1 General

During testing all equipment which is automatically switched on together with the propulsion system shall be operated in a manner which is as representative of normal operation as possible. The electric propulsion system shall be at normal operating temperature.

#### 5.4.2.2 "Propulsion" mode operating conditions

The electric vehicle or hybrid electric vehicle shall be tested on a dynamometer without a load, or on non-conductive axle-stands, propelled by the electric motor only.

The electric vehicle or hybrid electric vehicle equipped with an auxiliary internal combustion engine shall be tested with the combustion engine disabled. If this is not possible, the vehicle shall be tested with the combustion engine enabled in addition.

The electric vehicle or hybrid electric vehicle shall be tested with a constant speed of  $40\text{ km/h} \pm 20\%$ , or the maximum speed if this is less than  $40\text{ km/h}$ . If this is not appropriate (e.g. in case of buses, trucks, two- and three-wheel vehicles), transmission shafts, belts or chains may be disconnected to achieve the same operation condition for the propulsion.

The value of the vehicle speed shall be recorded in the test report.

## Annex A (~~normative~~informative)

### Measurement instrumentation uncertainty

#### A.1 Overview

The purpose of Annex A is to provide guidance in the evaluation of the measurement instrumentation uncertainty for the measurement method described in this document. The relevant input quantities are listed and estimations for the calculation of the uncertainty budget are made.

The estimation of the overall uncertainty for CISPR 36 measurements should consider input quantities due to measurement method, measurement instrumentation, operators, EUT and environment.

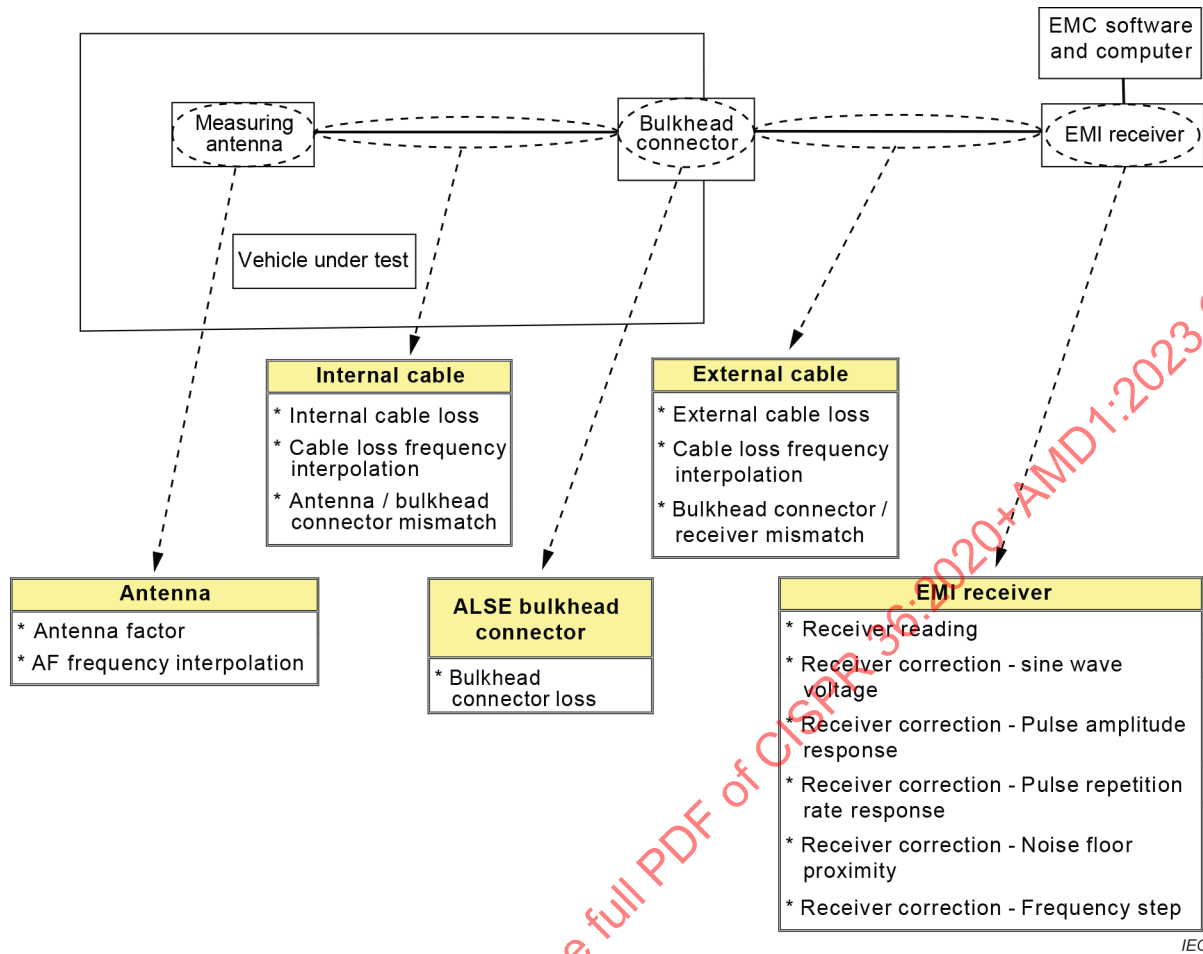
Annex A only considers the measurement instrumentation for uncertainty evaluation. Some other input quantities are not taken into consideration such as:

- site imperfection because site validation is under study;
- vehicle to antenna distance because it is not considered in measurement instrumentation but rather in method.
- loop antenna factor variations due to antenna imperfections are under study.

#### A.2 Radiated disturbance measurements ~~at an OTS or in an ALSE~~ in the frequency range 150 kHz to 30 MHz

##### A.2.1 General

The various uncertainty sources are presented in Figure A.1 and are mainly based on CISPR 16-4-2.



**Figure A.1 – Sources of measurement instrumentation uncertainty (e.g., for ALSE)**

## A.2.2 Measurand

*H* Maximum magnetic field strength, in dB(μA/m), in transverse and radial orientations measured at the specified horizontal distance from the vehicle and the specified height above the ground/floor, from the specified sides of the vehicle.

## A.2.3 Input quantities to be considered for radiated disturbance measurements

The various quantities to be considered for radiated disturbance measurements are listed in Table A.1 with a description of:

- the used symbol,
- the probability distribution function,
- the rationale for the estimation of the input quantity.

The measurand *H* is calculated using:

$$H = V_R + L_{CAB} + M_{FR} + M_{AF} + F_a + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta F_{stp} + \delta L_{FI} + \delta F_{a,f} \quad (A.1)$$

**Table A.1 – Input quantities to be considered for radiated disturbance measurements**

| Quantity                                             | Symbol           | Probability distribution function | Rationale for the estimates                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Receiver reading                                     | $V_R$            | normal<br>( $k = 1$ )             | Receiver readings will vary for reasons that include measuring system instability and meter scale interpolation errors. The estimate is the mean of many readings (sample size larger than 10) of a stable signal, with a standard uncertainty given by the experimental standard deviation of the mean ( $k = 1$ ). <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Receiver corrections – Sine wave voltage             | $\delta V_{sw}$  | normal<br>( $k = 2$ )             | An estimate of the correction for receiver sine-wave voltage accuracy is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor. <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Receiver correction – Pulse amplitude response       | $\delta V_{pa}$  | Rectangular                       | A verification report stating that the receiver pulse amplitude response complies with the CISPR 16-1-1 tolerance of $\pm 1,5$ dB for peak, quasi-peak or average detection is assumed to be available. The correction $\delta V_{pa}$ is estimated to be zero with a rectangular probability distribution having a half-width of 1,5 dB. <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Receiver correction – Pulse repetition rate response | $\delta V_{pr}$  | Rectangular                       | The CISPR 16-1-1 tolerance for pulse repetition rate response varies with repetition rate and detector type. A verification report stating that the receiver pulse repetition rate responses comply with the CISPR 16-1-1 tolerances is assumed to be available. The correction $\delta V_{pr}$ is estimated to be zero with a rectangular probability distribution having a half-width of 1,5 dB, a value considered to be representative of the various CISPR 16-1-1 tolerances. <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Receiver correction – Noise floor proximity          | $\delta V_{nf}$  | Rectangular                       | For radiated disturbance measurement below 1 GHz, the deviation is estimated to be between zero and +1,1 dB. The correction is estimated to be zero as if the deviation would be symmetric around the value to be measured with a rectangular probability distribution having a half-width of 1,1 dB. Any correction for the effect of the noise floor would depend on the signal type (e.g. impulsive or unmodulated) and the signal to noise ratio and would change the noise level indication. <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Receiver correction – Frequency step                 | $\delta F_{stp}$ | Rectangular                       | This correction concerns the error which depends on the frequency step size used on the measuring receiver as a function of the used measurement bandwidth.<br><br>This correction can be evaluated experimentally with a frequency generator and the receiver used for the actual measurements by means of adjusting the receiver's tuning frequency with a variation of plus half and minus half the step size and noting the amplitude change on the receiver (see Clause B.3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Cable(s) loss(es) <sup>(2)</sup>                     | $L_{CAB}$        | Normal<br>( $k = 2$ )             | The cable(s) loss(es) values with associated expanded uncertainty and coverage factor are normally available from calibration reports.<br><br><del>Cable(s) loss(es) values are usually included in the measurement software to make the corrections in the measurement; therefore, only the uncertainty value should be kept for the measurement system uncertainty evaluation.</del> The expanded uncertainty value and the corresponding probability distribution, as specified in the calibration report, shall be included here. In case the cable loss value is not corrected for during the measurement, another contributor shall be included, with a value between zero and the highest cable loss value within 150 kHz to 30 MHz, combined with a rectangular probability distribution. |

| Quantity                                                 | Symbol           | Probability distribution function | Rationale for the estimates                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cable(s) loss(es) frequency interpolation <sup>(3)</sup> | $\delta L_{FI}$  | Rectangular                       | This parameter concerns the frequency interpolation used by the measurement software to evaluate cable(s) loss(es) between the frequencies for which cable(s) loss(es) values are available.<br><br>If cable loss is measured for an important number of frequency points and if the data do not show any significant rough variation between two consecutive frequencies, the uncertainty can be considered to be equal to the maximum half amplitude variation between two consecutive cable loss measurement data.   |
| Bulkhead connector / receiver mismatch <sup>(4)</sup>    | $M_{FR}$         | U-shaped                          | This parameter concerns the impedance mismatch between the bulkhead connector and the measuring receiver input.<br><br>Mismatch uncertainty can be evaluated through theoretical formula and measurements data (see CISPR 16-4-2:2011, Clause A.2, note A7).                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Antenna / bulkhead connector mismatch <sup>(4)</sup>     | $M_{AF}$         | U-shaped                          | This parameter concerns the impedance mismatch between the antenna and the bulkhead connector.<br><br>Mismatch uncertainty can be evaluated through theoretical formula and measurements data (see CISPR 16-4-2:2011, Clause A.2, note A7).                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Antenna factor                                           | $F_a$            | Normal ( $k = 2$ )                | The antenna factor values with associated expanded uncertainty and coverage factor are normally available from a calibration report.<br><br>Antenna factor values are usually included in the measurement software to make the voltage to field corrections in the measurement; therefore, only the uncertainty value should be kept for the measurement system uncertainty evaluation.                                                                                                                                 |
| AF frequency interpolation                               | $\delta F_{a,f}$ | Rectangular                       | This parameter concerns the frequency interpolation used by the measurement software to evaluate antenna factor between the frequencies for which antenna factor values are available.<br><br>If antenna factor is measured for an important number of frequency points and if the data do not show any significant rough variation between two consecutive frequencies, the uncertainty can be considered to be equal to the maximum half amplitude variation between two consecutive antenna factor measurement data. |

(1) Based on CISPR 16-4-2.

(2) Single parameter for cable loss value (and bulkhead connector loss value), which includes all the different cables (and bulkhead connector) in the measuring system. If cable losses (and including from the bulkhead connector) are measured separately ~~for each cable (and bulkhead connector)~~, the table ~~should~~ shall include one separate line for cable loss value per each cable (and for the bulkhead connector).

(3) Single parameter for cable loss frequency interpolation, which includes all the different cables in the measuring system. If cable losses ~~frequency interpolation~~ (including from the bulkhead connector) are ~~considered measured separately for each cable~~, the table ~~should~~ shall include one separate line for cable loss ~~frequency~~ interpolation error contributor per each cable (and for the bulkhead connector).

(4) The worst configuration (in ALSE with one mismatch between receiver and chamber bulkhead connector and one mismatch between chamber bulkhead connector and antenna) has been considered for ~~mismatches~~ the mismatch uncertainty contributor. When the measurements are performed without feedthrough (e.g., in OTS or OATS), only one mismatch (between receiver and antenna) ~~can~~ needs to be considered.

## Annex B (informative)

### Uncertainty budgets for radiated disturbance measurements of magnetic field strength

#### B.1 General

Annex B gives typical uncertainty budgets for the measurement instrumentation uncertainty for radiated disturbance measurements.

#### B.2 Typical CISPR 36 uncertainty budgets

Uncertainties related to site imperfections ~~(OTS or ALSE)~~ are not considered in these budgets.

**Table B.1 – Typical uncertainty budget – 3 m distance – loop antenna (e.g. for ALSE)**

| 3 m distance measurement – loop antenna              |                  |                      |                                   |                      |                                                                                                         |
|------------------------------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Quantity $x_i$                                       | Symbol           | Uncertainty of $x_i$ |                                   | $c_i u(x_i)$         | Comment                                                                                                 |
|                                                      |                  | dB                   | Probability distribution function |                      |                                                                                                         |
| Receiver reading                                     | $V_R$            | $\pm 0,1^{(1)}$      | $k = 1$                           | 0,1                  |                                                                                                         |
| Receiver corrections – Sine wave voltage             | $\delta V_{sw}$  | $\pm 1^{(1)}$        | $k = 2$                           | 0,5                  |                                                                                                         |
| Receiver correction – Pulse amplitude response       | $\delta V_{pa}$  | $\pm 1,5^{(1)}$      | Rectangular                       | 0,87                 |                                                                                                         |
| Receiver correction – Pulse repetition rate response | $\delta V_{pr}$  | $\pm 1,5^{(1)}$      | Rectangular                       | 0,87                 |                                                                                                         |
| Receiver correction – Noise floor proximity          | $\delta V_{nf}$  | +0,5<br>–1,9         | Rectangular                       | <del>0,14</del> 0,69 | See <sup>(21)</sup>                                                                                     |
| Receiver correction – Frequency step                 | $\delta F_{stp}$ | +0<br>–1,9           | Rectangular                       | 0,55                 | See <sup>(2)</sup> and B.3                                                                              |
| Cable(s) loss(es)                                    | $L_{CAB}$        | $\pm 0,5$            | $k = 2$                           | 0,25                 | See <sup>(3)</sup>                                                                                      |
| Cable(s) loss(es) frequency interpolation            | $\delta L_{FI}$  | $\pm 0,25$           | Rectangular                       | 0,14                 | See <sup>(43)</sup>                                                                                     |
| Bulkhead connector / receiver mismatch               | $M_{FR}$         | +0,34<br>–0,36       | U-shaped                          | 0,25                 | See <sup>(54)</sup> (6)                                                                                 |
| Antenna / bulkhead connector mismatch                | $M_{AF}$         | +1,54<br>–1,87       | U-shaped                          | 1,21                 | See <sup>(5)</sup> (6)                                                                                  |
| Antenna factor                                       | $F_a$            | $\pm 1$              | $k = 2$                           | 0,5                  | Value based on state-of-the-art (e.g. NPL document, LC method, ...)<br>From the calibration certificate |
| AF frequency interpolation                           | $\delta F_{a,f}$ | $\pm 1$              | Rectangular                       | 0,58                 |                                                                                                         |

| 3 m distance measurement – loop antenna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |                      |                                   |              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|-----------------------------------|--------------|---------|
| Quantity $x_i$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Symbol | Uncertainty of $x_i$ |                                   | $c_i u(x_i)$ | Comment |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        | dB                   | Probability distribution function |              |         |
| <del>Expanded uncertainty</del><br><del><math>(U(H) = 2u_c(H))</math> (in dB)</del>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |                      |                                   | 4,13 4,35    |         |
| Expanded uncertainty (in dB):<br>$U(H) = 2u_c(H)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                      |                                   |              |         |
| <div>(1) Based on CISPR 16-4-2.</div> <div><del>(2) Based on CISPR 16-4-2.</del></div> <div><del>(3) The ±0,5 dB value is valid if all measuring system cable(s) and bulkhead connector losses are measured simultaneously. If cable(s) and bulkhead connector losses are measured separately the ±0,5 dB value shall be duplicated.</del></div> <div><del>(4) The ±0,25 dB value is valid if all measuring system cable(s) and bulkhead connector frequency interpolation are evaluated simultaneously. If cable(s) and bulkhead connector frequency interpolation are evaluated separately the ±0,25 dB value shall be duplicated.</del></div> <div>(2) This error is negligible when performing final measurements at individual frequencies determined in automatic or manual fine tuning, or when using a spectrum analyser because the spectrum analyser continuously sweeps through all frequencies.</div> <div>(3) It is assumed that all cables in the measurement chain, between the antenna and the receiver, as well as the bulkhead connector, were calibrated together as one 2-port passive device. In case this is not true and the cables and bulkhead connector were calibrated individually, each shall have its own separate contributor (table row) in the measurement uncertainty budget.</div> <div><div>(54) Based on:<ul style="list-style-type: none"><li>– bulkhead connector maximum reflection coefficient of 0,2;</li><li>– receiver input maximum reflection coefficient of 0,2;</li><li>– cable is assumed to have no loss (<math> S_{21} = S_{12}  = 1</math>) and be perfectly matched (<math> S_{11}  =  S_{22}  = 0</math>).</li></ul></div><div>(65) Based on:<ul style="list-style-type: none"><li>– bulkhead connector maximum reflection coefficient of 0,2;</li><li>– antenna maximum reflection coefficient of 0,97;</li><li>– cable is assumed to have no loss (<math> S_{21} = S_{12}  = 1</math>) and be perfectly matched (<math> S_{11}  =  S_{22}  = 0</math>).</li></ul></div></div> <div>(6) The worst configuration (in ALSE with one mismatch between receiver and chamber bulkhead connector and one mismatch between chamber bulkhead connector and antenna) has been considered for mismatches. When the measurements are performed without feedthrough (e.g. in OTS or OATS), only one mismatch (between receiver and antenna) needs to be considered.</div> |        |                      |                                   |              |         |

### B.3 Receiver's frequency step

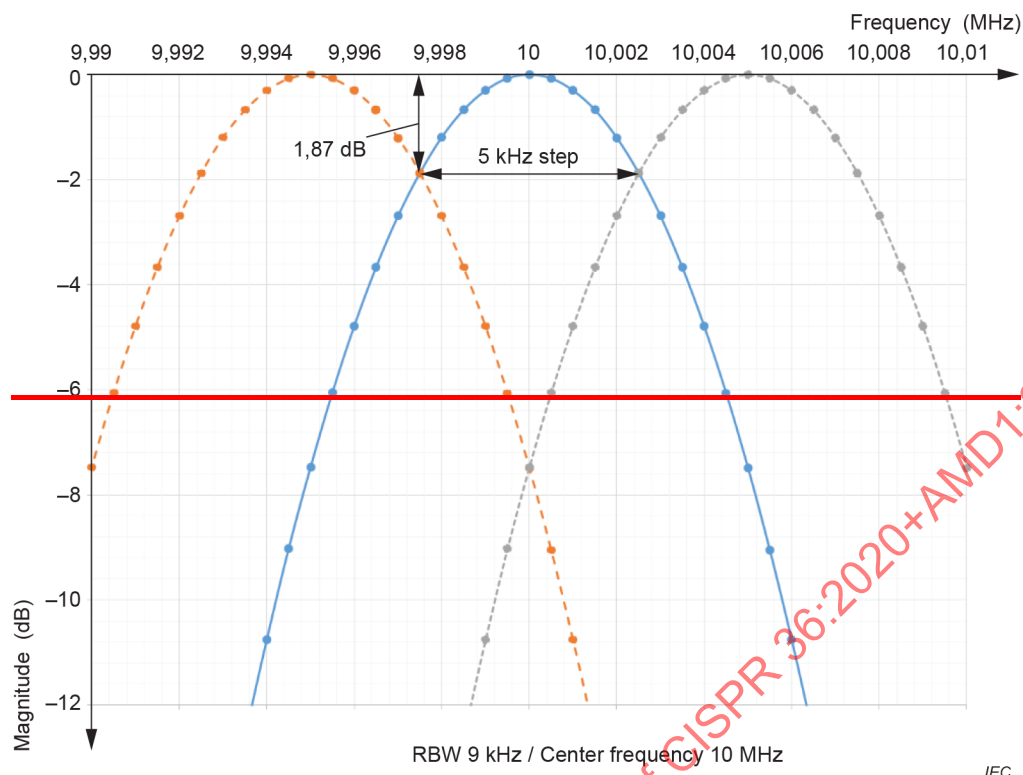
~~Example evaluation of the uncertainty contribution due to the receiver's frequency step. This example is based on the particular conditions stated below:~~

- ~~frequency generator at 10 MHz;~~
- ~~measuring receiver with 9 kHz bandwidth and 500 Hz frequency step (lower than half bandwidth to make a more precise evaluation of amplitude variation).~~

~~Example of measurement data shown in Figure B.1 allows to have an uncertainty evaluation for frequency step parameter with a record of amplitude variation between the maximum peak level and the peak level for a frequency shift equal to 5 kHz (frequency step used for the measurement):~~

- ~~1,87 dB for the given example.~~

~~This uncertainty corresponds to a test level under evaluation; therefore, uncertainty value to be considered shall be 0 dB for positive value and –1,87 dB for negative value (unsymmetric uncertainty).~~



**Figure B.1 — Example of measurement for frequency step uncertainty evaluation**

The uncertainty contribution due to the receiver's frequency step shall be evaluated as described in this subclause.

A signal generator shall be connected to the receiver's input and it shall be configured to generate a continuous wave signal at some frequency  $f_0$  within 150 kHz to 30 MHz, for example at  $f_0 = 10$  MHz. The level of the signal generator shall be at least 10 dB above the receiver's noise floor, but within the level range where the receiver operates linearly (its input mixer is not saturated).

Tune the receiver on the signal generator's frequency and record the measured level,  $V_0$ . Re-tune the receiver in turn at  $f_0 \pm (\Delta f)/2$  and record the measured levels,  $V_-$  and  $V_+$ , without changing anything on the signal generator; where  $\Delta f$  is the greatest value of the frequency step size used during measurements on vehicles, for example  $\Delta f = 5$  kHz, which is the maximum step size allowed (see Table 3).

Calculate  $V_- - V_0$  and  $V_+ - V_0$ , in dB, with all measured levels expressed in logarithmic units (e.g. dB(μV)); the result with the greatest absolute value is taken as the negative value of the receiver's frequency step uncertainty contributor, while the positive value of this contributor is 0 dB. A rectangular probability distribution is assumed.

The measurement of the error due to the receiver's frequency step is illustrated in Figure B.1. The value reflected in Table B.1 assumes that the difference with the greatest absolute value, between  $V_- - V_0$  and  $V_+ - V_0$ , as obtained from the measurements, was of -1,87 dB.

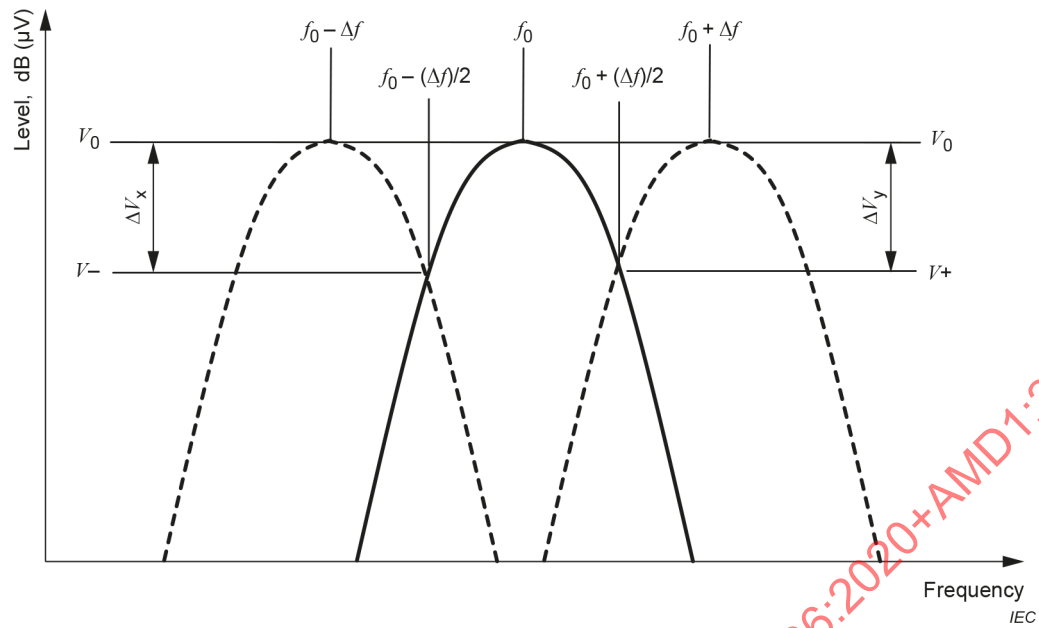


Figure B.1 – Example of measurement for frequency step uncertainty evaluation

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

## **Annex C** (informative)

### **Items under consideration**

#### **C.1 General**

Annex C contains future work items that are under consideration for the next edition or an amendment to this document.

#### **C.2 Plug-in charging mode and WPT charging mode**

There is parallel work in other CISPR or IEC committees (e.g. CISPR/B on WPT, IEC 61980, IEC 61851-21-x). Therefore, CISPR 36 does not consider the charging mode for the moment. The decision to include the charging mode into CISPR 36 will depend on the output of these other committees.

#### **C.3 Correlation between OTS, OATS and ALSE measurements**

The work on this topic has been started in the CISPR/D Task Force "Chamber Validation Methods".

#### **C.4 Measurement distance of 10 m**

CISPR 16-2-3 defines measurement distances of 3 m, 5 m and 10 m. Based on the experience collected with CISPR 16-2-3, CISPR/D may consider to also add 10 m measurement distance in CISPR 36.

## Bibliography

IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 61851-21 (all parts), *Electric vehicle conductive charging system*

IEC 61980 (all parts), *Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems*

CISPR 14-1, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

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

CISPR 16-4-2:2011, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty*

CISPR 16-4-2:2011/AMD1:2014

CISPR 16-4-2:2011/AMD2:2018

CISPR 25:2016, *Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers*

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                                                        | 30 |
| INTRODUCTION.....                                                                                                                                                         | 32 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                                                                             | 33 |
| 2 Références normatives .....                                                                                                                                             | 33 |
| 3 Termes et définitions .....                                                                                                                                             | 34 |
| 4 Limites des perturbations rayonnées .....                                                                                                                               | 35 |
| 4.1 Détermination de la conformité du véhicule aux limites .....                                                                                                          | 35 |
| 4.2 Limites du détecteur de quasi-crête .....                                                                                                                             | 36 |
| 5 Méthodes de mesure .....                                                                                                                                                | 37 |
| 5.1 Appareils de mesure .....                                                                                                                                             | 37 |
| 5.1.1 Récepteur de mesure .....                                                                                                                                           | 37 |
| 5.1.2 Antenne champ magnétique .....                                                                                                                                      | 38 |
| 5.1.3 Incertitude de l'appareil de mesure .....                                                                                                                           | 38 |
| 5.2 Exigences relatives à l'emplacement de mesure .....                                                                                                                   | 39 |
| 5.2.1 Exigences relatives à l'emplacement de mesure en extérieur (OTS) .....                                                                                              | 39 |
| 5.2.2 Autres exigences relatives au site d'essai.....                                                                                                                     | 40 |
| 5.3 Montage d'essai pour l'antenne de mesure .....                                                                                                                        | 40 |
| 5.3.1 Généralités.....                                                                                                                                                    | 40 |
| 5.3.2 Distance .....                                                                                                                                                      | 40 |
| 5.3.3 Position .....                                                                                                                                                      | 40 |
| 5.3.4 Hauteur .....                                                                                                                                                       | 42 |
| 5.4 Conditions pour l'objet à l'essai.....                                                                                                                                | 43 |
| 5.4.1 Généralités.....                                                                                                                                                    | 43 |
| 5.4.2 Véhicules.....                                                                                                                                                      | 43 |
| Annexe A ( <del>normative</del> informative) Incertitude de l'appareil de mesure.....                                                                                     | 44 |
| A.1 Vue d'ensemble .....                                                                                                                                                  | 44 |
| A.2 Mesurages des perturbations rayonnées <del>au niveau d'un OTS ou dans une</del><br>ALSE, dans la plage de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz .....           | 44 |
| A.2.1 Généralités.....                                                                                                                                                    | 44 |
| A.2.2 Mesurande .....                                                                                                                                                     | 45 |
| A.2.3 Grandeurs d'entrée à prendre en considération pour les mesurages des<br>perturbations rayonnées .....                                                               | 45 |
| Annexe B (informative) Budgets d'incertitude pour les mesurages des perturbations<br>rayonnées de l'intensité du champ magnétique .....                                   | 49 |
| B.1 Généralités .....                                                                                                                                                     | 49 |
| B.2 Budgets d'incertitude classiques de la CISPR 36 .....                                                                                                                 | 49 |
| B.3 Pas de fréquence du récepteur .....                                                                                                                                   | 50 |
| Annexe C (informative) Eléments à l'étude.....                                                                                                                            | 53 |
| C.1 Généralités .....                                                                                                                                                     | 53 |
| C.2 Mode de charge "rechargeable" et mode de charge "électricité sans fil" .....                                                                                          | 53 |
| C.3 Corrélation entre les mesurages effectués en extérieur, dans un<br>emplacement d'essai en espace libre et dans les cages de Faraday<br>recouvertes d'absorbants ..... | 53 |
| C.4 Distance de mesure de 10 m.....                                                                                                                                       | 53 |
| Bibliographie.....                                                                                                                                                        | 54 |

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 6 – Détermination de la conformité en utilisant un prébalayage avec un détecteur de crête.....                | 36 |
| Figure 1 – Limite de perturbation de champ magnétique (détecteur de quasi-crête) avec une antenne placée à 3 m ..... | 37 |
| Figure 2 – Emplacement de mesure (OTS) pour les véhicules .....                                                      | 39 |
| Figure 3 – Mesure du champ magnétique – orientation transversale de l'antenne cadre .....                            | 41 |
| Figure 4 – Mesure du champ magnétique – orientation radiale de l'antenne cadre .....                                 | 42 |
| Figure 5 – Hauteur d'antenne de champ magnétique – Vue en élévation (orientation radiale de l'antenne cadre).....    | 42 |
| Figure A.1 – Sources d'incertitude de l'appareil de mesure (par exemple, pour une ALSE).....                         | 45 |
| Figure B.1 – Exemple de mesurage pour l'évaluation de l'incertitude de pas de fréquence .....                        | 52 |
| Tableau 1 – Limite de perturbation (détecteur de quasi-crête avec une antenne placée à 3 m).....                     | 36 |
| Tableau 2 – Paramètres de l'analyseur de spectre .....                                                               | 38 |
| Tableau 3 – Paramètres du récepteur à balayage .....                                                                 | 38 |
| Tableau A.1 – Grandeurs d'entrée à prendre en considération pour les mesurages des perturbations rayonnées .....     | 46 |
| Tableau B.1 – Budget d'incertitude classique – distance de 3 m – antenne cadre (par exemple pour l'ALSE) .....       | 49 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

# VÉHICULES ROUTIERS ÉLECTRIQUES ET HYBRIDES ÉLECTRIQUES – CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES – LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE POUR LA PROTECTION DES RÉCEPTEURS EXTERIEURS EN DESSOUS DE 30 MHz

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

**Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.**

**La CISPR 36 édition 1.1 contient la première édition (2020-07) [documents CISPR/D/462/CDV et CISPR/D/464A/RVC] et son amendement 1 (2023-05) [documents CIS/D/483/CDV et CIS/D/490A/RVC].**

**Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.**

La Norme internationale CISPR 36 a été établie par le sous-comité D du CISPR: Perturbations électromagnétiques relatives aux appareils électriques ou électroniques embarqués sur les véhicules et aux moteurs à combustion interne

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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

## INTRODUCTION

Il est particulièrement nécessaire que les documents définissent les performances à basse fréquence de tous les appareils électriques/électroniques. La CISPR 36 a été élaborée pour donner au secteur des véhicules routiers électriques et hybrides électriques et aux industries connexes des méthodes d'essai et des limites fournissant une protection satisfaisante pour la réception des radiocommunications.

~~La conformité au présent document est parfois insuffisante pour assurer la protection des récepteurs utilisés dans un environnement résidentiel à moins de 10 m d'un véhicule. De même, il n'offre parfois pas une protection suffisante pour les nouveaux types d'émissions radioélectriques.~~

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

# VÉHICULES ROUTIERS ÉLECTRIQUES ET HYBRIDES ÉLECTRIQUES – CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES – LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE POUR LA PROTECTION DES RÉCEPTEURS EXTERIEURS EN DESSOUS DE 30 MHz

## 1 Domaine d'application

Le présent document définit les limites pour une distance de mesure de 3 m et des méthodes de mesure visant à assurer la protection des récepteurs extérieurs (à une distance de 10 m) dans la plage de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz et dans le cadre d'une utilisation dans un environnement résidentiel.

NOTE Pour la protection des récepteurs installés dans le même véhicule que les sources de perturbation, la CISPR 25 s'applique.

Le présent document concerne le rayonnement d'énergie électromagnétique qui peut brouiller la réception des radiocommunications et qui est produit par les véhicules électriques et hybrides électriques (voir 3.2 et 3.3) dont la propulsion est assurée par ~~une batterie de traction interne (voir 3.2 et 3.3)~~ un moteur électrique alimenté en énergie électrique par un système de stockage interne d'énergie rechargeable (avec des tensions supérieures à 60 V) lorsqu'ils circulent sur la route.

~~Le présent document s'applique aux véhicules dont la tension de la batterie de traction est comprise entre 100 V et 1 000 V.~~

Les véhicules électriques auxquels la CISPR 14-1 s'applique ne relèvent pas du domaine d'application du présent document .

Le présent document s'applique uniquement aux véhicules routiers à propulsion électrique dont la vitesse soutenue en rampe est supérieure à 6 km/h.

Les véhicules dont le moteur électrique ne sert qu'à démarrer le moteur à combustion interne ("micro hybride", par exemple) et les véhicules dont le moteur électrique assure une propulsion supplémentaire au moment de l'accélération uniquement (les "véhicules à motorisation semi-hybride de 48 V", par exemple) ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

Les exigences relatives aux émissions rayonnées du présent document ne ~~s'appliquent~~ sont pas destinées à s'appliquer aux transmissions intentionnelles à partir d'un émetteur radio tel que défini par l'UIT-R, y compris leurs rayonnements non essentiels.

L'Annexe C énumère les travaux étudiés pour des révisions futures.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CISPR 16-1-1:2015, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*

CISPR 16-1-4:2019, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées*

CISPR 16-2-3:2016, *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*  
CISPR 16-2-3:2016/AMD1:2019

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp/ui/fr/>

#### 3.1

##### **cage de Faraday recouverte d'absorbants**

##### **ALSE**

enceinte blindée dans laquelle le plafond et les parois sont recouverts d'un matériau absorbant l'énergie électromagnétique (c'est-à-dire d'un absorbeur RF)

Note 1 à l'article: L'abréviation "ALSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "absorber lined shielded enclosure".

#### 3.2

##### **véhicule électrique**

véhicule entraîné exclusivement par un ou plusieurs moteurs électriques alimentés par ~~une ou plusieurs batterie(s) de traction embarquée(s)~~ un système de stockage d'énergie rechargeable embarqué

Note 1 à l'article: Pour les besoins du présent document, les véhicules équipés d'une source d'alimentation supplémentaire (un moteur à combustion auxiliaire, une pile à combustible, par exemple) utilisée pour alimenter le moteur électrique/la batterie de traction le système de stockage d'énergie rechargeable uniquement, sans participer à la propulsion mécanique du véhicule, sont considérés comme des véhicules électriques.

#### 3.3

##### **véhicule hybride électrique**

véhicule entraîné par un ou plusieurs moteur(s) électrique(s) et un moteur à combustion interne

Note 1 à l'article: Les deux systèmes de propulsion peuvent fonctionner de manière individuelle ou en mode combiné, en fonction du système hybride.

#### 3.4

##### **emplacement d'essai en espace libre**

##### **OATS**

installation de mesure et d'étalonnage dans laquelle la réflexion par le sol est rendue reproductible par un plan de masse plat conducteur de grande taille

Note 1 à l'article: Un OATS peut être utilisé pour mesurer les perturbations rayonnées, auquel cas il est qualifié de COMTS. Un OATS peut également être utilisé pour étalonner une antenne, auquel cas il est qualifié de CALTS.

Note 2 à l'article: Un OATS est un emplacement en extérieur non couvert et est suffisamment éloigné des bâtiments, des lignes électriques, des clôtures, des arbres des câbles enterrés, des canalisations et d'autres objets potentiellement réfléchissants pour que les effets de ces objets soient négligeables. Voir la CISPR 16-1-4 pour des recommandations relatives à la construction d'un OATS.

Note 3 à l'article: L'abréviation "OATS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "open-area test site".

[SOURCE CISPR 16-2-3:2016, 3.1.20]

### 3.5

#### **emplacement de mesure en extérieur**

##### **OTS**

emplacement de mesure similaire à l'emplacement d'essai en espace libre, tel que spécifié dans la CISPR 16-1-4, mais sans plan de masse métallique, et avec des dimensions différentes

Note 1 à l'article: Des exigences spécifiques sont définies dans le présent document.

Note 2 à l'article: L'abréviation "OTS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "outdoor test site".

### 3.6

#### **environnement résidentiel**

environnement ayant une distance de protection de 10 m entre la source et le point de réception radioélectrique

Note 1 à l'article: Des exemples sont les immeubles de logement, les habitations privées, les salles de divertissements, les théâtres, les écoles, les voies publiques, les centres commerciaux/galeries marchandes, etc.

### 3.7

#### **batterie de traction**

~~batterie utilisée pour la propulsion d'un véhicule électrique ou d'un véhicule hybride électrique~~

#### **système de stockage d'énergie rechargeable**

##### **REESS**

système de stockage qui fournit de l'énergie électrique pour la propulsion électrique, qui peut être rechargée

Note 1 à l'article: Les composants du REESS peuvent être des batteries haute tension (HT).

Note 2 à l'article: L'abréviation "REESS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "rechargeable energy storage system".

### 3.8

#### **véhicule**

machine opérant sur le sol et qui est destinée à transporter des personnes ou des marchandises

Note 1 à l'article: Les véhicules incluent les voitures, les camions, les autobus et les cyclomoteurs, la liste n'étant pas exhaustive.

### 3.9

#### **haute tension**

##### **HT**

tension de fonctionnement au-dessus de 60 V

Note 1 à l'article: Le terme haute tension peut être défini avec une plage de tensions différente dans d'autres normes.

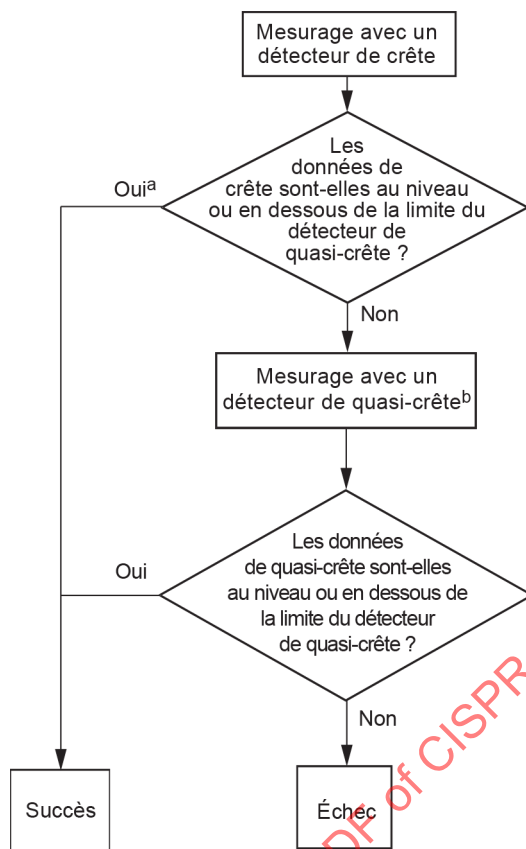
## **4 Limites des perturbations rayonnées**

### **4.1 Détermination de la conformité du véhicule aux limites**

Le véhicule doit satisfaire aux limites d'intensité de champ magnétique du détecteur de quasi-crête spécifiées en 4.2, lorsqu'il ~~est en mode "Propulsion"~~ fonctionne selon 5.4.2.2.

Les limites données dans le présent document tiennent compte des incertitudes.

Si un prébalayage avec un détecteur de crête initial est réalisé (c'est-à-dire avant tout mesurage avec un détecteur de quasi-crête), la conformité doit alors être déterminée d'après le diagramme de la Figure 6.



IEC

- a Étant donné que le résultat de mesure avec un détecteur de crête est toujours supérieur ou égal au résultat de mesure avec un détecteur de quasi-crête, cette mesure avec un seul détecteur peut conduire à un processus de conformité simplifié et plus rapide.
- b Ce diagramme est applicable pour chaque fréquence individuelle, c'est-à-dire qu'il est uniquement nécessaire pour les émissions qui sont au-dessus de la limite lorsqu'elles sont mesurées avec un détecteur de crête, d'être mesurées à nouveau avec un détecteur de quasi-crête.

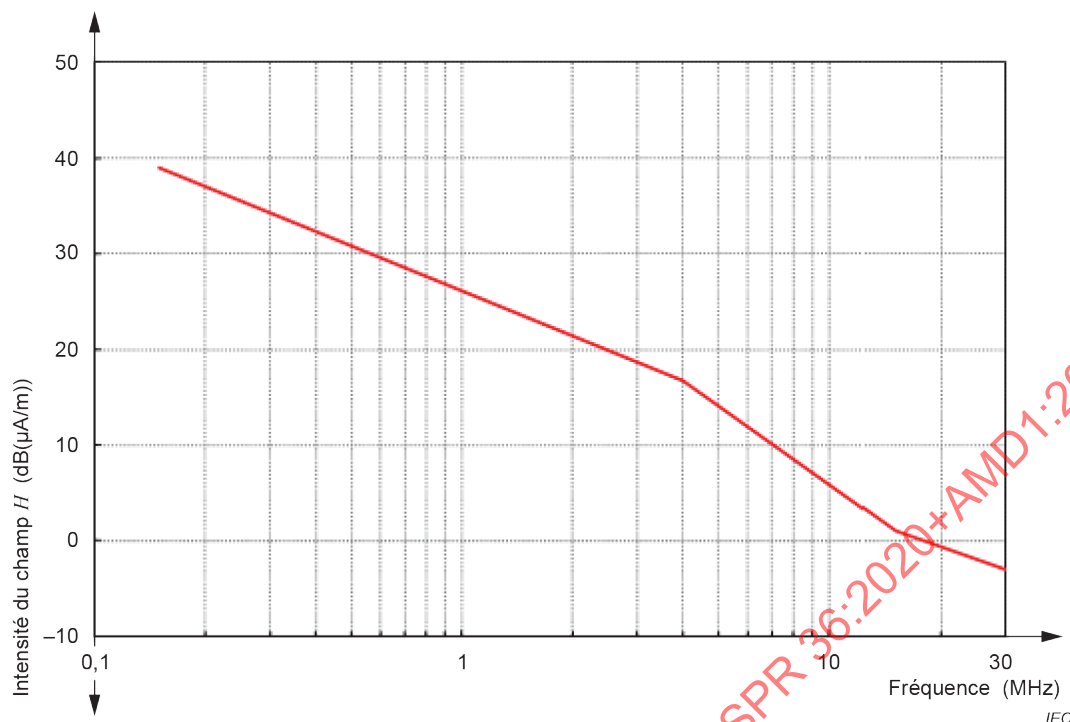
**Figure 6 – Détermination de la conformité en utilisant un prébalayage avec un détecteur de crête**

## 4.2 Limites du détecteur de quasi-crête

La limite des émissions mesurées avec le détecteur de quasi-crête avec une antenne placée à 3 m est donnée dans le Tableau 1 et le graphique de la Figure 1. Elle est exprimée en dB(μA/m). Pour déterminer les limites avec plus de précision, la formule donnée dans le Tableau 1 doit être utilisée.

**Tableau 1 – Limite de perturbation (détecteur de quasi-crête avec une antenne placée à 3 m)**

| Fréquence<br>MHz | Champ $H$<br>dB(μA/m)                      |
|------------------|--------------------------------------------|
| 0,15 à 4         | $26,11 - 15,64 \times \lg(f_{\text{MHz}})$ |
| 4 à 15           | $33,17 - 27,35 \times \lg(f_{\text{MHz}})$ |
| 15 à 30          | $16,63 - 13,29 \times \lg(f_{\text{MHz}})$ |



**Figure 1 – Limite de perturbation de champ magnétique (détecteur de quasi-crête) avec une antenne placée à 3 m**

## 5 Méthodes de mesure

### 5.1 Appareils de mesure

#### 5.1.1 Récepteur de mesure

##### 5.1.1.1 Généralités

Le récepteur de mesure (y compris les appareils de mesure à FFT) doit satisfaire aux exigences de la CISPR 16-1-1:2015. Un balayage en fréquence manuel ou automatique peut être utilisé.

Un préamplificateur peut être utilisé entre l'antenne et le récepteur de mesure, afin de respecter les exigences du seuil de bruit de 6 dB (voir 5.2.1.2). Si un préamplificateur est utilisé pour respecter les exigences du seuil de bruit de 6 dB, il convient que le laboratoire établisse une procédure visant à éviter qu'il ne soit surchargé (à l'aide d'un atténuateur à gradins, par exemple). Il convient également que le laboratoire veille à ce que le récepteur ne soit pas surchargé dans toutes les situations de mesure, avec ou sans préamplificateur externe.

##### 5.1.1.2 Paramètres de l'analyseur de spectre

La valeur du temps de balayage de l'analyseur de spectre doit être réglée en fonction de la bande de fréquences de mesure du CISPR et du mode de détection utilisé. La vitesse de balayage maximale doit satisfaire aux exigences de la CISPR 16-2-3.

Des analyseurs de spectre peuvent être utilisés pour procéder à des mesures de conformité au présent document, à condition que les précautions indiquées dans la CISPR 16-1-1:2015 soient respectées quant à l'utilisation des analyseurs de spectre et que la fréquence de répétition des émissions à large bande provenant du produit soumis à essai soit supérieure à 20 Hz.

La durée de balayage minimale et la résolution spectrale (RBW) sont indiquées dans le Tableau 2.

**Tableau 2 – Paramètres de l'analyseur de spectre**

| Plage de fréquences<br>MHz | Récepteurs à détecteur |                   |
|----------------------------|------------------------|-------------------|
|                            | RBW à –6 dB            | Durée de balayage |
| 0,15 à 30                  | 9 kHz                  | 200 s/MHz         |

| Plage de fréquences<br>MHz | Détecteur de quasi-crête |                            | Détecteur de crête |                            |
|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
|                            | RBW à –6 dB              | Durée de balayage minimale | RBW à –6 dB        | Durée de balayage minimale |
| 0,15 à 30                  | 9 kHz                    | 200 s/MHz                  | 9 kHz              | 10 s/MHz                   |

Lorsqu'un analyseur de spectre est utilisé pour des mesures, la bande passante vidéo doit être au moins égale à trois fois la résolution spectrale (RBW).

### 5.1.1.3 Paramètres du récepteur à balayage

Le temps de mesure du récepteur à balayage doit être réglé en fonction de la bande de fréquences de mesure du CISPR et du mode de détection utilisé. La bande passante (BW), le temps de mesure minimal, et la valeur maximale du pas de fréquence ~~et la bande passante (BW)~~ sont énumérés dans le Tableau 3.

**Tableau 3 – Paramètres du récepteur à balayage**

| Plage de fréquences<br>MHz | Détecteur de quasi-crête |                            |                         |
|----------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
|                            | BW à –6 dB               | Valeur du pas de fréquence | Temps de mesure minimal |
| 0,15 à 30                  | 9 kHz                    | 5 kHz                      | 1 s                     |

| Plage de fréquences<br>MHz                                                                                                                                                                                     | Détecteur de quasi-crête |                                     |                         | Détecteur de crête |                                     |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                | BW à –6 dB               | Valeur maximale du pas de fréquence | Temps de mesure minimal | BW à –6 dB         | Valeur maximale du pas de fréquence | Temps de mesure minimal |
| 0,15 à 30                                                                                                                                                                                                      | 9 kHz                    | 5 kHz                               | 1 s                     | 9 kHz              | 5 kHz                               | 50 ms                   |
| NOTE Il convient que le temps de palier minimal pour les mesures basées sur la FFT soit de 1 s. Pour des recommandations complémentaires sur les réglages des appareils de mesure à FFT, voir la CISPR 16-2-3. |                          |                                     |                         |                    |                                     |                         |

### 5.1.2 Antenne champ magnétique

Pour mesurer le champ magnétique, une antenne cadre électriquement blindée doit être utilisée (voir la CISPR 16-1-4:2019, 4.4.2).

### 5.1.3 Incertitude de l'appareil de mesure

L'incertitude de l'appareil de mesure doit être calculée conformément à l'Annexe A.

L'incertitude de l'appareil de mesure ne doit pas être prise en considération lors de la détermination de la conformité.

Des exemples de budgets d'incertitude sont donnés à l'Annexe C. Si l'incertitude élargie calculée de l'appareil de mesure dépasse celle de l'exemple correspondant de l'Annexe B, la valeur de l'incertitude élargie doit être documentée dans le rapport d'essai.

NOTE Les dispositions relatives à l'incertitude de l'appareil de mesure (MIU) indiquées dans le présent document ne correspondent pas à celles de la CISPR 16-4-2 en la matière. L'écart par rapport à la politique menée est justifié par l'absence de méthode de validation sur site, couverte par une future révision de la CISPR 36. L'incidence d'incertitude provoquée par des imperfections sur site ne peut pas être estimée sans un critère de validation sur site.

## 5.2 Exigences relatives à l'emplacement de mesure

### 5.2.1 Exigences relatives à l'emplacement de mesure en extérieur (OTS)

#### 5.2.1.1 Emplacement de mesure en extérieur pour les véhicules

Le site d'essai doit être une zone dégagée, libre de toute surface électromagnétique réfléchissante (à l'exception du sol) à l'intérieur d'un cercle de rayon minimal de 20 m mesuré à partir d'un point situé à mi-distance entre le véhicule et l'antenne. Exceptionnellement, l'équipement de mesure et la cabine d'essai ou le véhicule le contenant (lorsqu'il est utilisé) peuvent être situés sur le site d'essai, mais uniquement dans la région autorisée, représentée par des hachures à la Figure 2.

Dimensions en mètres

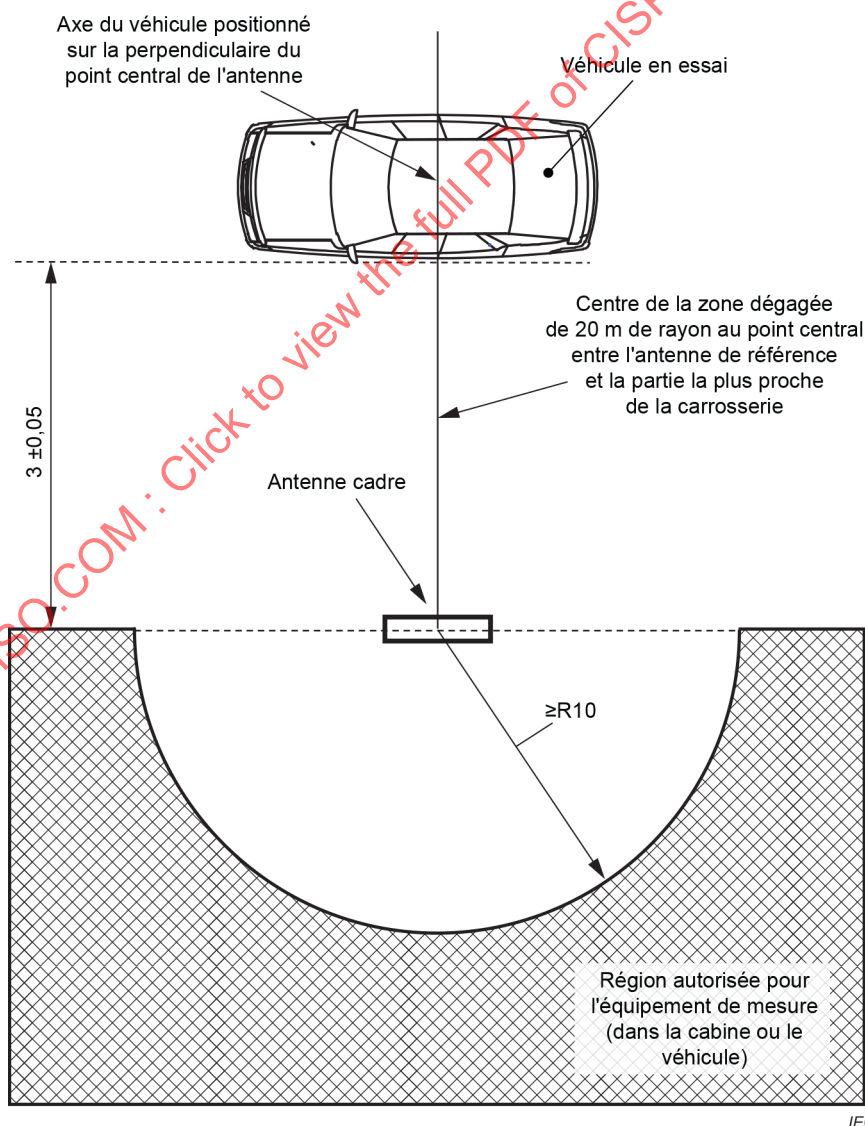


Figure 2 – Emplacement de mesure (OTS) pour les véhicules

### 5.2.1.2 Exigences relatives au champ magnétique ambiant

Pour s'assurer de l'absence de bruit et de signal étranger dont l'amplitude ou la densité serait suffisante pour affecter sensiblement les mesures réalisées sur le véhicule, des mesures ambiantes doivent être réalisées avant et après l'essai principal, le véhicule à soumettre à essai étant à l'arrêt. Pour ces deux mesurages, le niveau du bruit ambiant (à l'exception des éléments rayonnants intentionnels) doit être inférieur d'au moins 6 dB aux limites de perturbation indiquées à l'Article 4.

## 5.2 Autres exigences relatives au site d'essai

### 5.2.2.1 Généralités

Des cages de Faraday recouvertes d'absorbants (ALSE) et un emplacement d'essai en espace libre (OATS) peuvent être utilisés. Une ALSE présente l'avantage de permettre de procéder aux essais par tous les temps, dans un environnement contrôlé, et d'avoir une meilleure répétabilité en raison de la stabilité des caractéristiques électriques de la chambre.

NOTE Des travaux sont en cours sur la méthode de corrélation appropriée (voir l'Annexe C).

### 5.2.2.2 Exigences relatives au champ magnétique ambiant

Le niveau de bruit ambiant doit être inférieur d'au moins 6 dB aux limites de perturbation spécifiées à l'Article 4 ou sinon, la combinaison des émissions provenant du véhicule (pendant son fonctionnement tel que spécifié dans le présent document) et du bruit ambiant doit être conforme à ces limites. Le niveau ambiant doit être vérifié régulièrement ou lorsque les résultats d'essai indiquent la possibilité d'une non-conformité.

## 5.3 Montage d'essai pour l'antenne de mesure

### 5.3.1 Généralités

A chaque fréquence de mesure (y compris les fréquences de début et de fin), les mesurages doivent être réalisés pour deux orientations de boucle (radiale H et transversale H).

Il convient d'éviter les interactions électriques entre les éléments de l'antenne et son système de support.

Il convient de charger les inductances de courant de surface et la ferrite (suppresseur de courant de surface de la CISPR 25:2016, Annexe C) sur le câble pour réduire le courant en mode commun (en plaçant la ferrite avec une impédance minimale de 50  $\Omega$  à 25 MHz sur le câble d'antenne tous les 200 mm sur toute sa longueur à l'intérieur de l'ALSE, par exemple).

### 5.3.2 Distance

La distance horizontale projetée sur l'axe de mesure (c'est-à-dire sur l'axe longitudinal de la carrosserie pour les positions d'antenne avant et arrière, et sur l'axe transversal de la carrosserie pour les positions d'antenne gauche et droite) entre le centre de l'antenne cadre et la partie la plus proche de la carrosserie doit être de  $(3,00 \pm 0,05)$  m pour toutes les positions d'antenne.

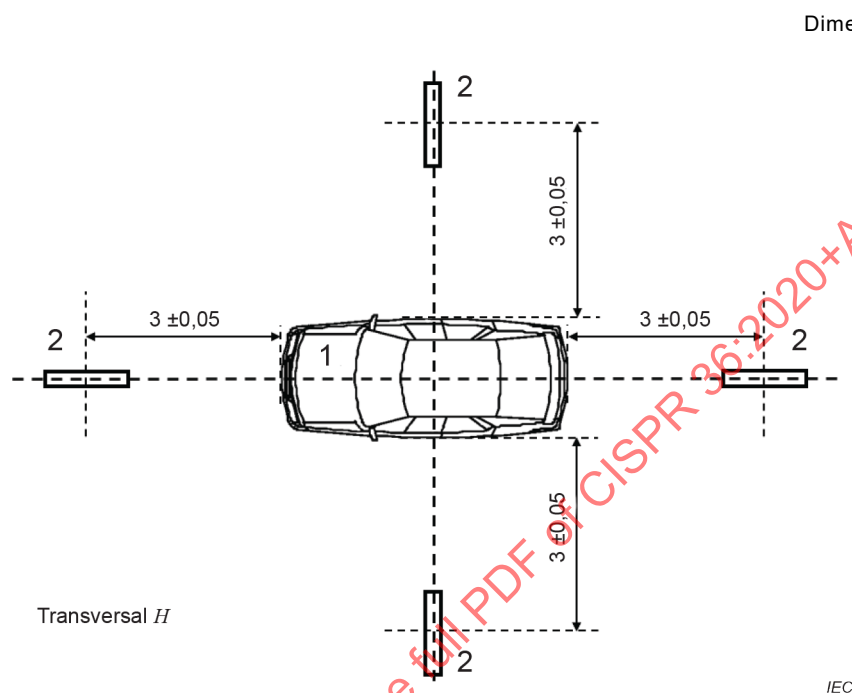
### 5.3.3 Position

Quatre positions d'antenne sont exigées. Les mêmes positions doivent être utilisées pour les deux mesures d'orientations d'antenne cadre (voir la Figure 3 et la Figure 4):

- avant du véhicule, le centre de l'antenne cadre étant aligné avec l'axe longitudinal de la carrosserie;
- arrière du véhicule, le centre de l'antenne cadre étant aligné avec l'axe longitudinal de la carrosserie;

- gauche du véhicule, le centre de l'antenne cadre étant aligné avec l'axe transversal de la carrosserie;
- droite du véhicule, le centre de l'antenne cadre étant aligné avec l'axe transversal de la carrosserie;

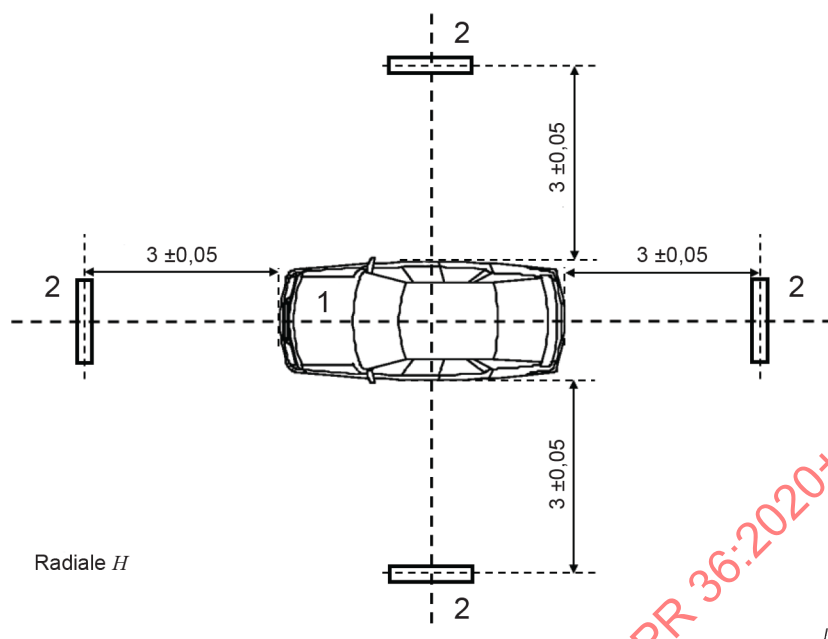
Si les mesurages sont réalisés dans une ALSE, la distance minimale entre une partie de l'antenne cadre et le matériau absorbant doit être de 1 m.



#### Légende

- 1 véhicule en essai
- 2 antenne (quatre positions)

**Figure 3 – Mesure du champ magnétique – orientation transversale de l'antenne cadre**



#### Légende

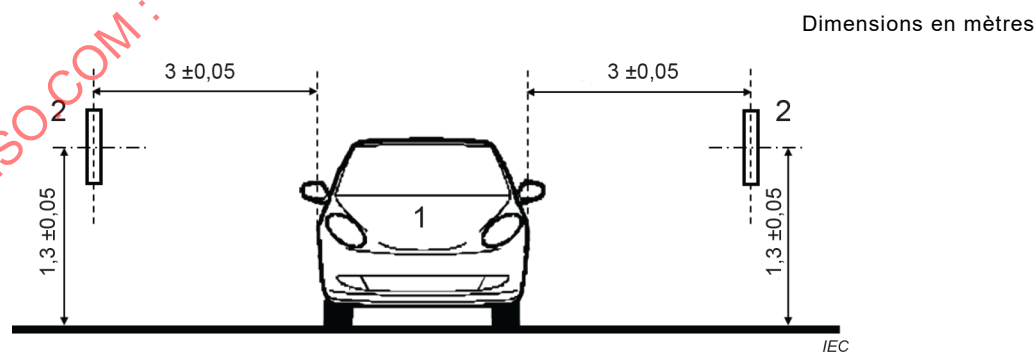
- 1 véhicule en essai
- 2 antenne (quatre positions)

**Figure 4 – Mesure du champ magnétique – orientation radiale de l'antenne cadre**

#### 5.3.4 Hauteur

La hauteur du centre de l'antenne cadre doit être de  $(1,30 \pm 0,05)$  m au-dessus du sol pour toutes les positions d'antenne définies en 5.3.3.

Les conditions de hauteur d'antenne sont représentées à la Figure 5 pour les positions gauche et droite.



#### Légende

- 1 véhicule en essai (vue de face)
- 2 Antenne cadre

**Figure 5 – Hauteur d'antenne de champ magnétique – Vue en élévation (orientation radiale de l'antenne cadre)**

## **5.4 Conditions pour l'objet à l'essai**

### **5.4.1 Généralités**

Il est préférable de procéder aux mesurages sur le véhicule sec ou plus de 10 min après l'arrêt de la précipitation.

### **5.4.2 Véhicules**

#### **5.4.2.1 Généralités**

Pendant les essais, tous les équipements qui sont mis en œuvre automatiquement avec le système de propulsion doivent fonctionner de manière aussi représentative que possible du fonctionnement normal. Le système de propulsion électrique doit être à sa température normale d'exploitation.

#### **5.4.2.2 Conditions de fonctionnement en mode "propulsion"**

Le véhicule électrique ou véhicule hybride électrique, entraîné par le moteur électrique uniquement, doit être soumis à l'essai sur un dynamomètre à vide ou sur des supports d'essieux non conducteurs.

Le véhicule électrique ou véhicule hybride électrique équipé d'un moteur à combustion interne auxiliaire doit être soumis à l'essai moteur à combustion coupé. Si cela s'avère impossible, le véhicule doit être soumis à l'essai moteur à combustion allumé en plus.

Le véhicule électrique ou véhicule hybride électrique doit être soumis à l'essai à une vitesse constante de  $40 \text{ km/h} \pm 20 \%$  ou à la vitesse maximale si elle est inférieure à  $40 \text{ km/h}$ . Si cela s'avère inapproprié (dans le cas des autobus, des camions, des véhicules à deux et trois roues, par exemple), les arbres de transmission, les courroies ou les chaînes peuvent être déconnectés pour obtenir les mêmes conditions de fonctionnements pour la propulsion.

La valeur de la vitesse du véhicule doit être consignée dans le rapport d'essai.

## Annexe A (~~normative~~informative)

### Incertitude de l'appareil de mesure

#### A.1 Vue d'ensemble

L'Annexe A a pour objet de donner des recommandations quant à l'évaluation de l'incertitude de l'appareil de mesure pour la méthode de mesure décrite dans le présent document. Les grandeurs d'entrée pertinentes sont répertoriées et des estimations sont faites pour le calcul du budget d'incertitude.

Il convient que l'estimation de l'incertitude globale pour les mesures de la CISPR 36 prenne en considération les grandeurs d'entrée dues à la méthode de mesure, à l'appareil de mesure, aux opérateurs, à l'EUT et à l'environnement.

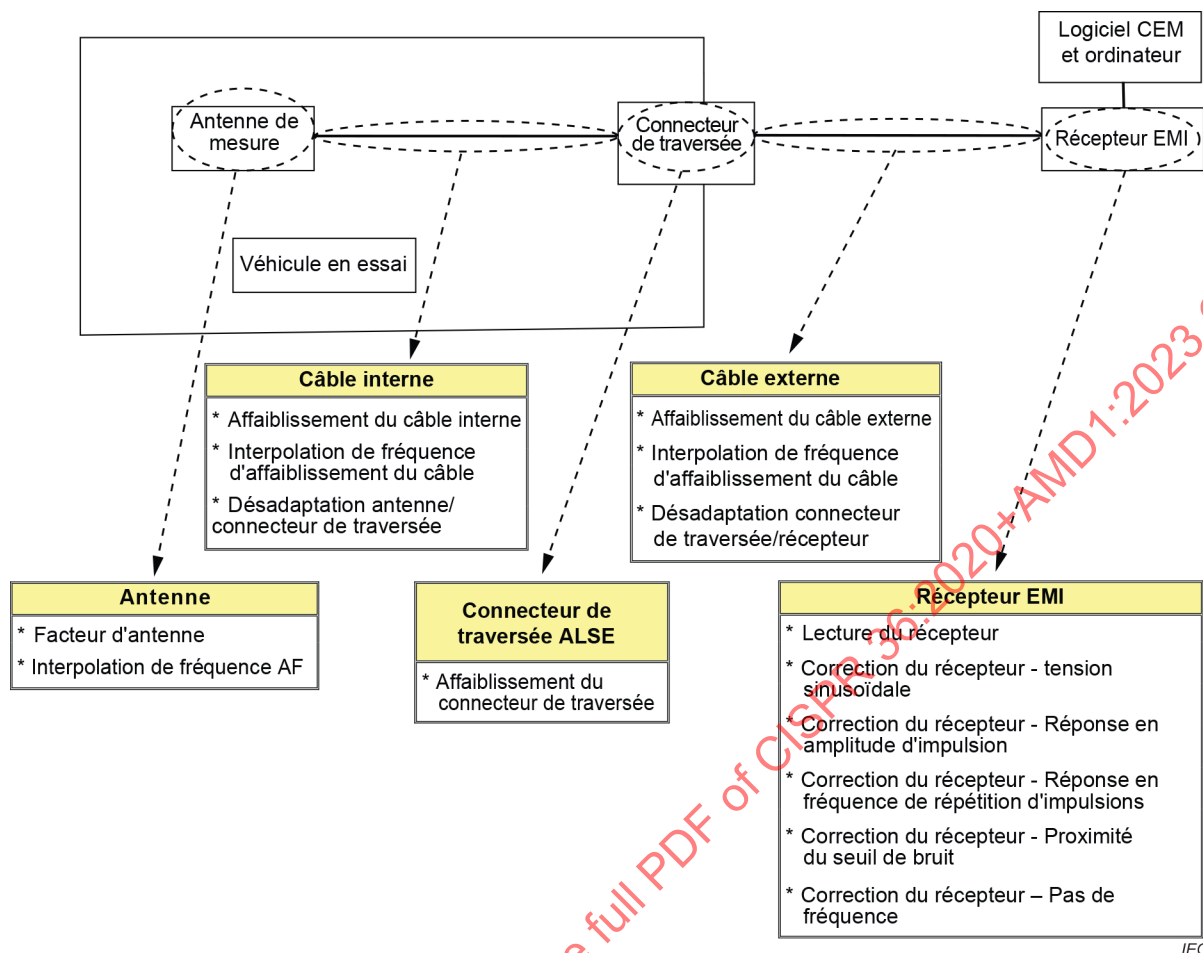
L'Annexe A porte uniquement sur l'appareil de mesure pour évaluer l'incertitude. Certaines autres grandeurs d'entrée ne sont pas prises en considération, comme :

- l'imperfection du site, la validation du site étant à l'étude;
- la distance entre le véhicule et l'antenne, car elle n'est pas prise en considération dans l'appareil de mesure, mais plutôt dans la méthode.
- les variations du facteur de l'antenne cadre dues aux imperfections de l'antenne sont à l'étude.

#### A.2 Mesurages des perturbations rayonnées ~~au niveau d'un OTS ou dans une ALSE~~, dans la plage de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz

##### A.2.1 Généralités

Les différentes sources d'incertitude de mesure sont présentées à la Figure A.1 et reposent essentiellement sur la CISPR 16-4-2.



**Figure A.1 – Sources d'incertitude de l'appareil de mesure  
(par exemple, pour une ALSE)**

## A.2.2 Mesurande

*H* Intensité maximale du champ magnétique, en dB (μA/m), dans les orientations transversales et radiales mesurées à la distance horizontale spécifiée en partant du véhicule, et à la hauteur spécifiée au-dessus du sol/plancher, en partant des côtés spécifiés du véhicule.

## A.2.3 Grandeurs d'entrée à prendre en considération pour les mesurages des perturbations rayonnées

Les différentes grandeurs à prendre en considération pour les mesurages des perturbations rayonnées figurent au Tableau A.1, avec une description:

- du symbole utilisé,
- de la fonction de distribution de probabilité,
- du justificatif de l'estimation de la grandeur d'entrée.

Le mesurande *H* est calculé comme suit:

$$H = V_R + L_{CAB} + M_{FR} + M_{AF} + F_a + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta F_{stp} + \delta L_{FI} + \delta F_{a,f} \quad (A.1)$$

**Tableau A.1 – Grandeurs d'entrée à prendre en considération  
pour les mesurages des perturbations rayonnées**

| Grandeur                                                                  | Symbole          | Fonction de distribution de probabilité | Justificatif des estimations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lecture du récepteur                                                      | $V_R$            | normal<br>( $k = 1$ )                   | Les lectures du récepteur varient pour des raisons liées à l'instabilité du système de mesure et des erreurs d'interpolation de l'échelle de mesure. L'estimation est la moyenne de nombreuses lectures (taille d'échantillon supérieure à 10) d'un signal stable, avec une incertitude type donnée par l'écart-type expérimental de la moyenne ( $k = 1$ ). <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Corrections du récepteur – Tension sinusoïdale                            | $\delta V_{sw}$  | normal<br>( $k = 2$ )                   | Une estimation de la correction pour l'exactitude de tension sinusoïdale du récepteur est par hypothèse indiquée dans un rapport d'étalonnage, accompagnée d'une incertitude élargie et d'un facteur d'élargissement. <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Correction du récepteur – Réponse en amplitude d'impulsion                | $\delta V_{pa}$  | Rectangulaire                           | Un rapport de vérification indiquant que la réponse en amplitude d'impulsion du récepteur satisfait à la tolérance de $\pm 1,5$ dB de la CISPR 16-1-1 (pour la détection crête, quasi-crête et moyenne) est par hypothèse disponible. La correction $\delta V_{pa}$ est estimée nulle avec une distribution de probabilité rectangulaire présentant une demi-largeur de 1,5 dB. <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Correction du récepteur – Réponse en fréquence de répétition d'impulsions | $\delta V_{pr}$  | Rectangulaire                           | La tolérance de la CISPR 16-1-1 pour la réponse en fréquence de répétition d'impulsions varie en fonction de la fréquence de répétition et du type de détecteur. Un rapport de vérification indiquant que les réponses en fréquence de répétition d'impulsions du récepteur satisfont aux tolérances de la CISPR 16-1-1 est par hypothèse disponible. La correction $\delta V_{pr}$ est estimée nulle avec une distribution de probabilité rectangulaire présentant une demi-largeur de 1,5 dB, qui est une valeur considérée comme étant représentative des différentes tolérances de la CISPR 16-1-1. <sup>(1)</sup>                                                                                                                                         |
| Correction du récepteur – Proximité du seuil de bruit                     | $\delta V_{nf}$  | Rectangulaire                           | Pour le mesurage des perturbations rayonnées sous 1 GHz, l'écart est estimé entre zéro et +1,1 dB. La correction est estimée nulle comme si l'écart était symétrique autour de la valeur mesurée avec une distribution de probabilité rectangulaire présentant une demi-largeur de 1,1 dB. Les corrections de l'effet du seuil de bruit dépendent du type de signal (impulsif ou non modulé, par exemple) et du rapport signal/bruit, et modifient l'indication du niveau de bruit. <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Correction du récepteur – Pas de fréquence                                | $\delta F_{stp}$ | Rectangulaire                           | Cette correction concerne l'erreur qui dépend de la taille du pas de fréquence utilisée sur le récepteur de mesure en fonction de la bande passante de mesure utilisée.<br>Cette correction peut être évaluée de manière expérimentale avec un générateur de fréquences et le récepteur utilisé pour les mesurages réels, en ajustant la fréquence d'accord du récepteur avec une variation d'une moitié supérieure et inférieure de la taille de pas, et en notant la variation d'amplitude sur le récepteur (voir l'Article B.3).                                                                                                                                                                                                                            |
| Affaiblissements des câbles <sup>(2)</sup>                                | $L_{CAB}$        | Normal<br>( $k = 2$ )                   | Les valeurs d'affaiblissement du câble, accompagnées de l'incertitude élargie et du facteur d'élargissement associés, sont en principe indiquées dans les rapports d'étalonnage.<br><del>Les valeurs d'affaiblissement du câble sont en général incluses dans le logiciel de mesure pour procéder aux corrections du mesurage. Par conséquent, il convient de ne garder que la valeur d'incertitude pour l'évaluation de l'incertitude du système de mesure.</del><br>La valeur de l'incertitude élargie et la distribution de probabilité correspondante, telles que spécifiées dans le rapport d'étalonnage, doivent être incluses ici. Si la valeur d'affaiblissement du câble n'est pas corrigée au cours de la mesure, un autre facteur doit être inclus, |

| Grandeur                                                                                                 | Symbole          | Fonction de distribution de probabilité | Justificatif des estimations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                          |                  |                                         | avec une valeur comprise entre zéro et la valeur d'affaiblissement du câble la plus élevée dans la plage de 150 kHz à 30 MHz, combiné avec une distribution de probabilité rectangulaire.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Interpolation de fréquence de l'affaiblissement (ou des affaiblissements) du/des câble(s) <sup>(3)</sup> | $\delta L_{FI}$  | Rectangulaire                           | Ce paramètre concerne l'interpolation de fréquence utilisée par le logiciel de mesure pour évaluer l'affaiblissement (ou les affaiblissements) du/des câble(s) entre les fréquences auxquelles les valeurs d'affaiblissements des câbles sont disponibles. Si l'affaiblissement du câble est mesuré pour un grand nombre de points de fréquence et que les données ne présentent aucune variation brute significative entre deux fréquences consécutives, l'incertitude peut être considérée comme étant égale à la variation maximale à mi-amplitude entre deux données consécutives de mesure de l'affaiblissement du câble. |
| Désadaptation connecteur de traversée/récepteur <sup>(4)</sup>                                           | $M_{FR}$         | En forme de U                           | Ce paramètre concerne la désadaptation d'impédance entre le connecteur de traversée et l'entrée du récepteur de mesure. L'incertitude de désadaptation peut être évaluée par une formule théorique et des données de mesures (voir la CISPR 16-4-2:2011, Article A.2, note A7).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Désadaptation antenne/connecteur de traversée <sup>(4)</sup>                                             | $M_{AF}$         | En forme de U                           | Ce paramètre concerne la désadaptation d'impédance entre l'antenne et le connecteur de traversée. L'incertitude de désadaptation peut être évaluée par une formule théorique et des données de mesures (voir la CISPR 16-4-2:2011, Article A.2, note A7).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Facteur d'antenne                                                                                        | $F_a$            | Normal ( $k = 2$ )                      | Les valeurs de facteur d'antenne, accompagnées de l'incertitude élargie et du facteur d'élargissement associés, sont en principe indiquées dans un rapport d'étalonnage. Les valeurs de facteur d'antenne sont en général incluses dans le logiciel de mesure pour procéder aux corrections de la tension par rapport au champ. Par conséquent, il convient de ne garder que la valeur d'incertitude pour l'évaluation de l'incertitude du système de mesure.                                                                                                                                                                  |
| Interpolation de fréquence AF                                                                            | $\delta F_{a,f}$ | Rectangulaire                           | Ce paramètre concerne l'interpolation de fréquence utilisée par le logiciel de mesure pour évaluer le facteur d'antenne entre les fréquences auxquelles les valeurs de facteur d'antenne sont disponibles. Si le facteur d'antenne est mesuré pour un grand nombre de points de fréquence et que les données ne présentent aucune variation brusque significative entre deux fréquences consécutives, l'incertitude peut être considérée comme étant égale à la variation maximale à mi-amplitude entre deux données consécutives de mesure du facteur d'antenne.                                                              |

- (1) Selon la CISPR 16-4-2.
- (2) Un seul paramètre pour la valeur d'affaiblissement du câble (et la valeur d'affaiblissement du connecteur de traversée) qui inclut tous les différents câbles (et le connecteur de traversée) dans le système de mesure. Si les affaiblissements des câbles (~~et en prenant aussi en compte le connecteur de traversée~~) sont mesurés séparément ~~pour chaque câble (et connecteur de traversée), il convient que~~, le tableau ~~contienne~~ doit contenir une ligne séparée pour la valeur d'affaiblissement des câbles ~~par~~ pour chaque câble (et pour le connecteur de traversée).
- (3) Un seul paramètre pour l'interpolation de fréquence d'affaiblissement du câble qui inclut tous les différents câbles dans le système de mesure. ~~Si les interpolations de fréquence d'affaiblissement du câble sont étudiées séparément pour chaque câble, il convient que le tableau contienne une ligne séparée pour chacune d'elles par câble.~~ Si les affaiblissements des câbles (en prenant aussi en compte le connecteur de traversée) sont mesurés séparément, le tableau doit contenir une ligne séparée pour le facteur d'erreur d'interpolation d'affaiblissement des câbles pour chaque câble (et pour le connecteur de traversée).
- (4) La configuration la moins favorable (dans l'ALSE avec une désadaptation entre le récepteur et le connecteur de traversée de la chambre et une autre entre le connecteur de traversée de la chambre et l'antenne) a été prise en considération pour ~~les désadaptations~~ le facteur d'incertitude de désadaptation. Si les mesurages sont réalisés sans couplage direct (dans l'OTS ou l'OATS, par exemple), il n'est nécessaire de prendre en considération qu'une seule désadaptation (entre le récepteur et l'antenne) ~~peut être prise en considération.~~

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

## Annexe B (informative)

### Budgets d'incertitude pour les mesurages des perturbations rayonnées de l'intensité du champ magnétique

#### B.1 Généralités

L'Annexe B donne les budgets d'incertitude classiques de l'appareil de mesure pour les mesurages des perturbations rayonnées.

#### B.2 Budgets d'incertitude classiques de la CISPR 36

Les incertitudes liées aux imperfections du site (~~OTS ou ALSE~~) ~~n'est~~ ne sont pas prises en considération dans ces budgets.

**Tableau B.1 – Budget d'incertitude classique – distance de 3 m – antenne cadre (par exemple pour l'ALSE)**

| Mesurage à 3 m – antenne cadre                                                          |                  |                          |                                         |              |                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------------|--------------|-------------------------------------|
| Grandeur $x_i$                                                                          | Symbole          | Incertaince de $x_i$     |                                         | $c_i u(x_i)$ | Commentaire                         |
|                                                                                         |                  | dB                       | Fonction de distribution de probabilité |              |                                     |
| Lecture du récepteur                                                                    | $V_R$            | $\pm 0,1$ <sup>(1)</sup> | $k = 1$                                 | 0,1          |                                     |
| Corrections du récepteur – Tension sinusoïdale                                          | $\delta V_{sw}$  | $\pm 1$ <sup>(1)</sup>   | $k = 2$                                 | 0,5          |                                     |
| Correction du récepteur – Réponse en amplitude d'impulsion                              | $\delta V_{pa}$  | $\pm 1,5$ <sup>(1)</sup> | Rectangulaire                           | 0,87         |                                     |
| Correction du récepteur – Réponse en fréquence de répétition d'impulsions               | $\delta V_{pr}$  | $\pm 1,5$ <sup>(1)</sup> | Rectangulaire                           | 0,87         |                                     |
| Correction du récepteur – Proximité du seuil de bruit                                   | $\delta V_{nf}$  | +0,5<br>–1,9             | Rectangulaire                           | 0,44 0,69    | Voir <sup>(21)</sup>                |
| Correction du récepteur – Pas de fréquence                                              | $\delta F_{stp}$ | +0<br>–1,9               | Rectangulaire                           | 0,55         | Voir <sup>(2)</sup> et B.3          |
| Affaiblissement(s) du/des câble(s)                                                      | $L_{CAB}$        | $\pm 0,5$                | $k = 2$                                 | 0,25         | Voir <sup>(3)</sup>                 |
| Interpolation de fréquence de l'affaiblissement ou des affaiblissements du/des câble(s) | $\delta L_{FI}$  | $\pm 0,25$               | Rectangulaire                           | 0,14         | Voir <sup>(43)</sup>                |
| Désadaptation connecteur de traversée/récepteur                                         | $M_{FR}$         | +0,34<br>–0,36           | En forme de U                           | 0,25         | Voir <sup>(54)</sup> <sup>(6)</sup> |
| Désadaptation antenne/connecteur de traversée                                           | $M_{AF}$         | +1,54<br>–1,87           | En forme de U                           | 1,21         | Voir <sup>(5)</sup> <sup>(6)</sup>  |

| Mesurage à 3 m – antenne cadre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |                      |                                         |              |                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grandeur $x_i$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Symbole          | Incertitude de $x_i$ |                                         | $c_1 u(x_i)$ | Commentaire                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  | dB                   | Fonction de distribution de probabilité |              |                                                                                                                   |
| Facteur d'antenne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | $F_a$            | $\pm 1$              | $k = 2$                                 | 0,5          | Valeur reposant sur l'état de la technique (document NPL, méthode LC, ...)<br>À partir du certificat d'étalonnage |
| Interpolation de fréquence AF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $\delta F_{a,f}$ | $\pm 1$              | Rectangulaire                           | 0,58         |                                                                                                                   |
| Incertitude élargie<br>( $U(H) = 2u_c(H)$ ) (en dB)<br><br>Incertitude élargie (en dB):<br>$U(H) = 2u_c(H)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |                      |                                         | 4,13 4,35    |                                                                                                                   |
| <p>(1) Selon la CISPR 16-4-2.</p> <p>(2) <del>Selon la CISPR 16-4-2.</del></p> <p>(3) <del>La valeur <math>\pm 0,5</math> dB est valable si tous les affaiblissements du/des câbles et du connecteur de traversée du système de mesure sont mesurés en même temps. Si les affaiblissements du/des câble(s) et du connecteur de traversée sont mesurés séparément, la valeur <math>\pm 0,5</math> dB doit être dupliquée.</del></p> <p>(4) <del>La valeur <math>\pm 0,25</math> dB est valable si toutes les interpolations de fréquence du/des câbles et du connecteur de traversée du système de mesure sont évaluées en même temps. Si les interpolations de fréquence du/des câble(s) et du connecteur de traversée sont évaluées séparément, la valeur <math>\pm 0,25</math> dB doit être dupliquée.</del></p> <p>(2) Cette erreur est négligeable lors de la réalisation de mesures finales à des fréquences individuelles déterminées selon un réglage fin automatique ou manuel, ou en utilisant un analyseur de spectre dans la mesure où l'analyseur de spectre effectue un balayage continu à travers toutes les fréquences.</p> <p>(3) On suppose que tous les câbles dans la chaîne de mesure, entre l'antenne et le récepteur, ainsi que le connecteur de traversée, ont été étalonnés ensemble comme un dispositif passif à 2 ports. Dans le cas où ceci n'est pas vrai et où les câbles et le connecteur de traversée ont été étalonnés individuellement, chacun doit avoir son propre facteur séparé (ligne du tableau) dans le budget d'incertitude de mesure.</p> <p>(54) Selon:<br/>– facteur de réflexion maximal du connecteur de traversée de 0,2;<br/>– facteur de réflexion maximal à l'entrée du récepteur de 0,2;<br/>– par hypothèse, le câble ne présente aucun affaiblissement (<math> S_{21}  =  S_{12}  = 1</math>) et est parfaitement adapté (<math> S_{11}  =  S_{22}  = 0</math>).</p> <p>(65) Selon:<br/>– facteur de réflexion maximal du connecteur de traversée de 0,2;<br/>– facteur de réflexion maximal à l'entrée de l'antenne de 0,97;<br/>– par hypothèse, le câble ne présente aucun affaiblissement (<math> S_{21}  =  S_{12}  = 1</math>) et est parfaitement adapté (<math> S_{11}  =  S_{22}  = 0</math>).</p> <p>(6) La configuration la moins favorable (dans l'ALSE avec une désadaptation entre le récepteur et le connecteur de traversée de la chambre et une autre entre le connecteur de traversée de la chambre et l'antenne) a été prise en considération pour les désadaptations. Si les mesurages sont réalisés sans couplage direct (dans l'OTS ou l'OATS, par exemple), il n'est nécessaire de prendre en considération qu'une seule désadaptation (entre le récepteur et l'antenne).</p> |                  |                      |                                         |              |                                                                                                                   |

### B.3 Pas de fréquence du récepteur

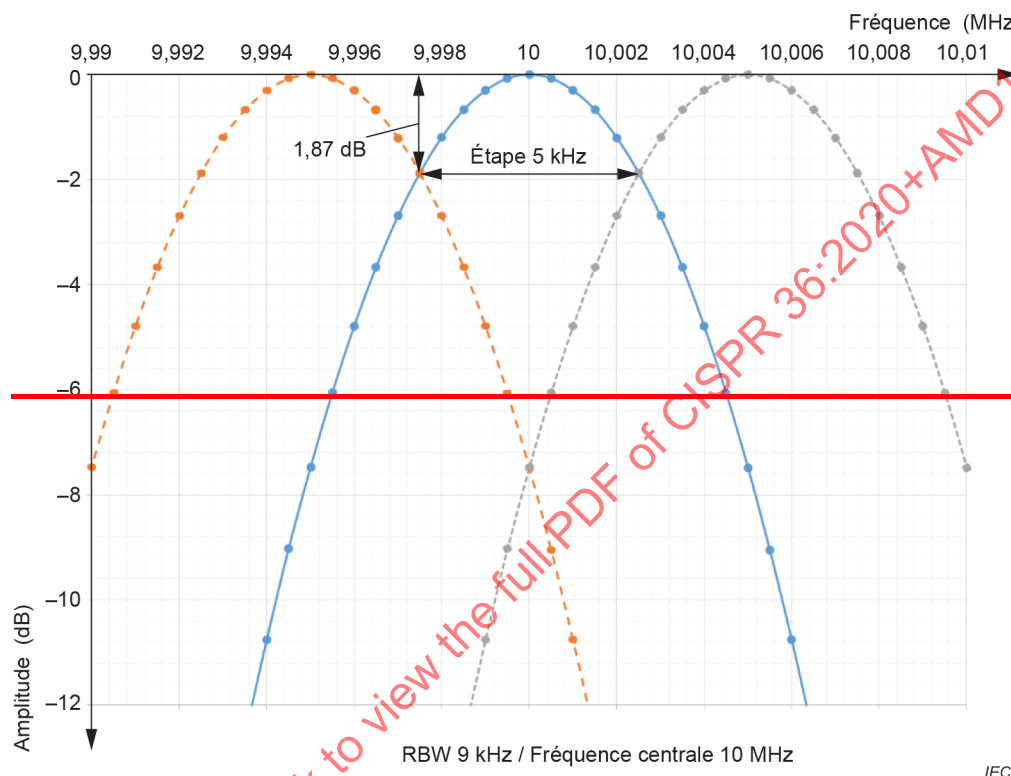
~~Exemple d'évaluation de l'incidence d'incertitude due au pas de fréquence du récepteur. Cet exemple repose sur les conditions particulières indiquées ci-dessous:~~

- ~~générateur de fréquences à 10 MHz;~~
- ~~récepteur de mesure avec une bande passante de 9 kHz et un pas de fréquence de 500 Hz (moins de la moitié de la bande passante pour une évaluation plus précise de la variation d'amplitude).~~

~~L'exemple de données de mesure présenté à la Figure B.1 permet d'évaluer l'incertitude pour le paramètre de pas de fréquence avec un enregistrement de la variation d'amplitude entre le niveau crête maximal et le niveau crête pour un déplacement de fréquence de 5 kHz (pas de fréquence utilisé pour le mesurage):~~

- ~~• 1,87 dB pour l'exemple donné.~~

~~Cette incertitude correspond à une sous-évaluation du niveau d'essai. Par conséquent, la valeur d'incertitude à prendre en considération doit être de 0 dB pour la valeur positive, et de -1,87 dB pour la valeur négative (incertitude asymétrique).~~



**Figure B.1 — Exemple de mesure pour l'évaluation de l'incertitude de pas de fréquence**

L'incidence d'incertitude due au pas de fréquence du récepteur doit être évaluée tel que décrit dans le présent paragraphe.

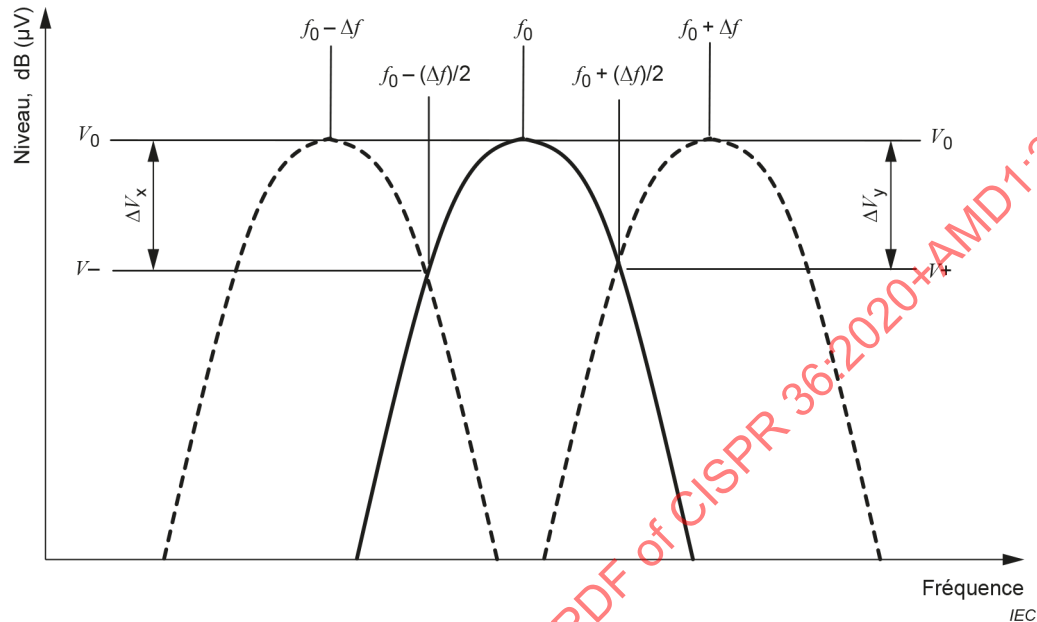
Un générateur de signaux doit être connecté à l'entrée du récepteur et il doit être configuré pour générer un signal à ondes entretenues à une certaine fréquence  $f_0$  dans la plage de 150 kHz à 30 MHz, par exemple à  $f_0 = 10$  MHz. Le niveau du générateur de signaux doit être au moins 10 dB au-dessus du seuil de bruit du récepteur, mais dans la plage où le récepteur fonctionne linéairement (son mélangeur d'entrée n'est pas saturé).

Régler le récepteur sur la fréquence du générateur de signaux et enregistrer le niveau mesuré,  $V_0$ . Régler à nouveau le récepteur à  $f_0 \pm (\Delta f)/2$  et enregistrer les niveaux mesurés,  $V_-$  et  $V_+$ , sans rien modifier sur le générateur de signaux, où  $\Delta f$  est la valeur la plus grande de la valeur du pas de fréquence utilisée au cours des mesurages sur les véhicules, par exemple  $\Delta f = 5$  kHz, qui est la valeur maximale du pas de fréquence autorisée (voir Tableau 3).

Calculer  $V_- - V_0$  et  $V_+ - V_0$ , en dB, avec tous les niveaux mesurés exprimés en unités logarithmiques (par exemple dB(μV)); le résultat avec la valeur absolue la plus grande est exprimé comme la valeur négative du facteur d'incertitude de pas de fréquence du récepteur,

tandis que la valeur positive de ce facteur est de 0 dB. Une distribution de probabilité rectangulaire est admise par hypothèse.

La mesure de l'erreur due au pas de fréquence du récepteur est illustrée à la Figure B.1. La valeur représentée au Tableau B.1 suppose que la différence avec la valeur absolue la plus grande, entre  $V_- - V_0$  et  $V_+ - V_0$ , obtenue à partir des mesures, était de –1,87 dB.



**Figure B.1 – Exemple de mesurage pour l'évaluation de l'incertitude de pas de fréquence**

## **Annexe C** (informative)

### **Éléments à l'étude**

#### **C.1 Généralités**

L'Annexe C contient des éléments de travaux futurs qui sont à l'étude pour l'édition suivante ou un amendement au présent document.

#### **C.2 Mode de charge "rechargeable" et mode de charge "électricité sans fil"**

Des travaux sont réalisés en parallèle dans d'autres comités du CISPR ou de l'IEC (CISPR/B relative à l'électricité sans fil, l'IEC 61980, l'IEC 61851-21-x, par exemple). Par conséquent, la CISPR 36 ne prend pas en considération le mode de charge pour le moment. La décision d'inclure le mode de charge dans la CISPR 36 dépend des choix de ces autres comités.

#### **C.3 Corrélation entre les mesurages effectués en extérieur, dans un emplacement d'essai en espace libre et dans les cages de Faraday recouvertes d'absorbants**

Le travail de cette rubrique a été commencé par le Groupe de travail de la CISPR/D "Méthodes de validation de chambre".

#### **C.4 Distance de mesure de 10 m**

La CISPR 16-2-3 définit les distances de mesure de 3 m, 5 m et 10 m. En s'appuyant sur l'expérience de la CISPR 16-2-3, la CISPR/D peut également prévoir d'ajouter une distance de mesure de 10 m dans la CISPR 36.

## Bibliographie

IEC 60050-161, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 161: Compatibilité électromagnétique*

IEC 61851-21 (toutes les parties), *Système de charge conductive pour véhicules électriques*

IEC 61980 (toutes les parties), *Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems (disponible en anglais seulement)*

CISPR 14-1, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1: Emission*

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

CISPR 16-4-2:2011, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-2: incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de mesure de l'instrumentation*

CISPR 16-4-2:2011/AMD1:2014

CISPR 16-4-2:2011/AMD2:2018

CISPR 25:2016, *Véhicules, bateaux et moteurs à combustion interne – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure pour la protection des récepteurs embarqués*

---

## FINAL VERSION

## VERSION FINALE



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

**Electric and hybrid electric road vehicles – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of off-board receivers below 30 MHz**

**Véhicules routiers électriques et hybrides électriques – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure pour la protection des récepteurs extérieurs en dessous de 30 MHz**

## CONTENTS

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                                                   | 4  |
| INTRODUCTION.....                                                                                               | 6  |
| 1 Scope.....                                                                                                    | 7  |
| 2 Normative references .....                                                                                    | 7  |
| 3 Terms and definitions .....                                                                                   | 8  |
| 4 Limits of radiated disturbances .....                                                                         | 9  |
| 4.1 Determination of conformance of vehicle with limits .....                                                   | 9  |
| 4.2 Quasi-peak detector limits.....                                                                             | 10 |
| 5 Methods of measurement .....                                                                                  | 11 |
| 5.1 Measurement instruments .....                                                                               | 11 |
| 5.1.1 Measuring receiver .....                                                                                  | 11 |
| 5.1.2 Magnetic field antenna.....                                                                               | 12 |
| 5.1.3 Measurement instrumentation uncertainty.....                                                              | 12 |
| 5.2 Measuring site requirements .....                                                                           | 12 |
| 5.2.1 Outdoor test site (OTS) requirements .....                                                                | 12 |
| 5.2.2 Alternative test site requirements.....                                                                   | 13 |
| 5.3 Test setup for measurement antenna .....                                                                    | 14 |
| 5.3.1 General .....                                                                                             | 14 |
| 5.3.2 Distance .....                                                                                            | 14 |
| 5.3.3 Position .....                                                                                            | 14 |
| 5.3.4 Height.....                                                                                               | 16 |
| 5.4 Test object conditions .....                                                                                | 16 |
| 5.4.1 General .....                                                                                             | 16 |
| 5.4.2 Vehicles .....                                                                                            | 16 |
| Annex A (informative) Measurement instrumentation uncertainty .....                                             | 17 |
| A.1 Overview.....                                                                                               | 17 |
| A.2 Radiated disturbance measurements in the frequency range 150 kHz to 30 MHz .....                            | 17 |
| A.2.1 General .....                                                                                             | 17 |
| A.2.2 Measurand .....                                                                                           | 18 |
| A.2.3 Input quantities to be considered for radiated disturbance measurements.....                              | 18 |
| Annex B (informative) Uncertainty budgets for radiated disturbance measurements of magnetic field strength..... | 21 |
| B.1 General.....                                                                                                | 21 |
| B.2 Typical CISPR 36 uncertainty budgets .....                                                                  | 21 |
| B.3 Receiver's frequency step.....                                                                              | 22 |
| Annex C (informative) Items under consideration .....                                                           | 24 |
| C.1 General.....                                                                                                | 24 |
| C.2 Plug-in charging mode and WPT charging mode .....                                                           | 24 |
| C.3 Correlation between OTS, OATS and ALSE measurements .....                                                   | 24 |
| C.4 Measurement distance of 10 m .....                                                                          | 24 |
| Bibliography.....                                                                                               | 25 |

Figure 6 – Determination of conformance when using a peak detector prescan..... 10

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 – Limit of magnetic field disturbance (quasi-peak detector) at 3 m antenna distance ..... | 11 |
| Figure 2 – Measuring site (OTS) for vehicles .....                                                 | 13 |
| Figure 3 – Magnetic field measurement – transverse loop orientation .....                          | 15 |
| Figure 4 – Magnetic field measurement – radial loop orientation .....                              | 15 |
| Figure 5 – Magnetic field antenna height – Elevation view (radial loop orientation) .....          | 16 |
| Figure A.1 – Sources of measurement instrumentation uncertainty (e.g., for ALSE) .....             | 18 |
| Figure B.1 – Example of measurement for frequency step uncertainty evaluation .....                | 23 |
| Table 1 – Limit of disturbance (quasi-peak detector at 3 m antenna distance) .....                 | 10 |
| Table 2 – Spectrum analyser parameters .....                                                       | 12 |
| Table 3 – Scanning receiver parameters .....                                                       | 12 |
| Table A.1 – Input quantities to be considered for radiated disturbance measurements .....          | 19 |
| Table B.1 – Typical uncertainty budget – 3 m distance – loop antenna (e.g. for ALSE) .....         | 21 |

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**ELECTRIC AND HYBRID ELECTRIC ROAD VEHICLES –  
RADIO DISTURBANCE CHARACTERISTICS –  
LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT FOR  
THE PROTECTION OF OFF-BOARD RECEIVERS BELOW 30 MHz**

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

**This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.**

**CISPR 36 edition 1.1 contains the first edition (2020-07) [documents CISPR/D/462/CDV and CISPR/D/464A/RVC] and its amendment 1 (2023-05) [documents CIS/D/483/CDV and CIS/D/490A/RVC].**

**This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.**

International Standard CISPR 36 has been prepared by CISPR subcommittee D: Electromagnetic disturbances related to electric/electronic equipment on vehicles and internal combustion engine powered devices.

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

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

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

## INTRODUCTION

There is a specific need for documents to define acceptable low frequency performance of all electrical/electronic products. CISPR 36 has been developed to serve the electric and hybrid electric road vehicle and related industries with test methods and limits that provide satisfactory protection for radio reception.

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

# **ELECTRIC AND HYBRID ELECTRIC ROAD VEHICLES – RADIO DISTURBANCE CHARACTERISTICS – LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT FOR THE PROTECTION OF OFF-BOARD RECEIVERS BELOW 30 MHz**

## **1 Scope**

This document defines limits for 3 m measurement distance and methods of measurement that are designed to provide protection for off-board receivers (at 10 m distance) in the frequency range of 150 kHz to 30 MHz when used in the residential environment.

NOTE Protection of receivers used on board the same vehicle as the disturbance source(s) is covered by CISPR 25.

This document applies to the emission of electromagnetic energy which might cause interference to radio reception and which is emitted from electric and hybrid electric vehicles (see 3.2 and 3.3) propelled by an electric motor supplied with electric energy by internal rechargeable energy storage system (with voltages above 60 V) when operated on the road.

Electric vehicles to which CISPR 14-1 applies are not in the scope of this document.

This document applies only to road vehicles where an electric propulsion is used for sustained speed of more than 6 km/h.

Vehicles where the electric motor is only used to start up the internal combustion engine (e.g. "micro hybrid") and vehicles where the electric motor is used for additional propulsion only during acceleration (e.g. "48 V mild hybrid vehicles") are not in the scope of this document.

The radiated emission requirements in this document are not intended to be applicable to the intentional transmissions from a radio transmitter as defined by the ITU-R, including their spurious emissions.

Annex C lists work being considered for future revisions.

## **2 Normative references**

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

CISPR 16-1-1:2015, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

CISPR 16-1-4:2019, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements*

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

CISPR 16-2-3:2016/AMD1:2019

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

##### **absorber lined shielded enclosure**

##### **ALSE**

shielded enclosure in which the ceiling and walls are covered with material that absorbs electromagnetic energy (i.e. RF absorber)

#### 3.2

##### **electric vehicle**

vehicle propelled exclusively by electric motor(s) powered by on-board REESS

Note 1 to entry: Vehicles equipped with an additional power source (e.g. auxiliary combustion engine, fuel cell) used to provide electric power to the electric motor/REESS only, without contributing to the mechanical propulsion of the vehicle, are considered electric vehicles for the purposes of this document.

#### 3.3

##### **hybrid electric vehicle**

vehicle propelled by electric motor(s) and internal combustion engine

Note 1 to entry: The two propulsion systems can operate individually or in a combined mode depending on the hybrid system.

#### 3.4

##### **open-area test site**

##### **OATS**

facility for measurements and calibrations in which the ground reflection is made reproducible by a large flat electrically conducting ground plane

Note 1 to entry: An OATS can be used for radiated disturbance measurements, where it is also designated as a COMTS. An OATS can also be used for antenna calibrations, where it is designated as a CALTS.

Note 2 to entry: An OATS is an uncovered outdoor site, and is far enough away from buildings, electric lines, fences, trees, underground cables, pipelines, and other potentially reflective objects, so that the effects due to such objects are negligible. See CISPR 16-1-4 for guidance on the construction of an OATS.

[SOURCE CISPR 16-2-3:2016, 3.1.20]

#### 3.5

##### **outdoor test site**

##### **OTS**

measurement site similar to an open-area test site as specified in CISPR 16-1-4, but without any type of metallic ground plane and with different dimensions

Note 1 to entry: Specific requirements are defined in this document.

#### 3.6

##### **residential environment**

environment having a 10 m protection distance between the source and the point of radio reception

Note 1 to entry: Examples of a residential environment include rooming houses, private dwellings, entertainment halls, theatres, schools, public streets, shopping centres / malls, etc.

**3.7**  
**rechargeable energy storage system**  
**REESS**

storage system that provides electric energy for electric propulsion, which can be recharged

Note 1 to entry: Components of the REESS can be high voltage (HV) batteries.

**3.8**  
**vehicle**

machine operating on land which is intended to carry persons or goods

Note 1 to entry: Vehicles include, but are not limited to, cars, trucks, buses and mopeds.

**3.9**  
**high voltage**  
**HV**

operating voltage above 60 V

Note 1 to entry: The term high voltage can be defined with a different voltage range in other standards.

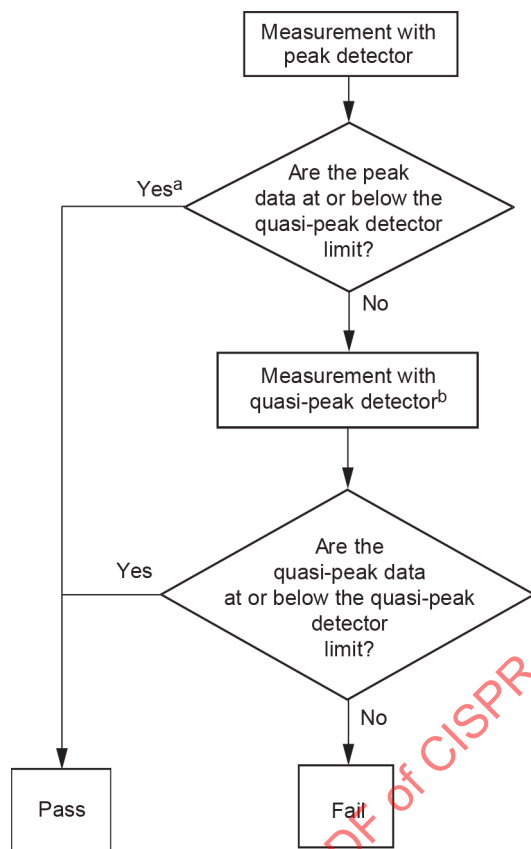
## **4 Limits of radiated disturbances**

### **4.1 Determination of conformance of vehicle with limits**

The vehicle shall comply with the quasi-peak detector magnetic field strength limits specified in 4.2, when operated as per 5.4.2.2.

The limits given in this document take into account uncertainties.

If an initial peak detector prescan is performed (i.e., before any quasi peak detector measurements), then the compliance shall be determined based on the flowchart in Figure 6.



IEC

- a Because the measurement result with peak detector is always higher than or equal to the measurement result with quasi-peak detector, this single detector measurement can lead to a simplified and quicker conformance process.
- b This flow-chart is applicable for each individual frequency, i.e. only the emissions that are above the limit when measured with peak detector need to be remeasured with quasi-peak detector.

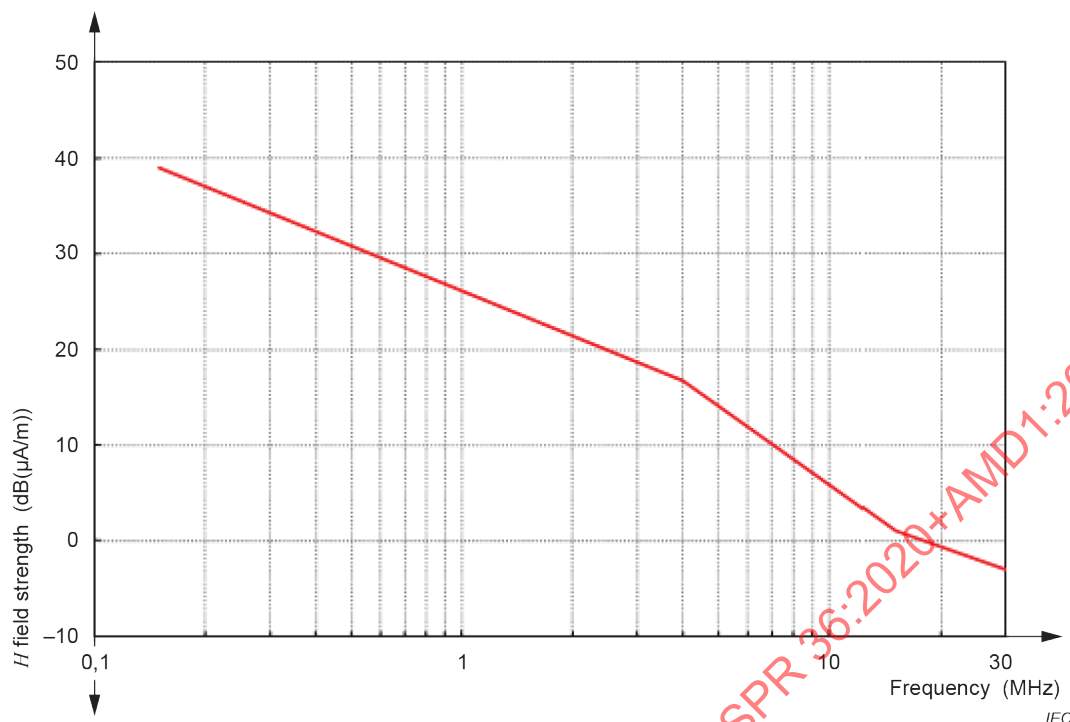
**Figure 6 – Determination of conformance when using a peak detector prescan**

## 4.2 Quasi-peak detector limits

The limit for emissions measured with quasi-peak detector at 3 m antenna distance is given in Table 1 and is shown graphically in Figure 1. It is expressed in dB(µA/m). For more accurate determination, the formula given in Table 1 shall be used.

**Table 1 – Limit of disturbance (quasi-peak detector at 3 m antenna distance)**

| Frequency<br>MHz | H field<br>dB(µA/m)                        |
|------------------|--------------------------------------------|
| 0,15 to 4        | $26,11 - 15,64 \times \lg(f_{\text{MHz}})$ |
| 4 to 15          | $33,17 - 27,35 \times \lg(f_{\text{MHz}})$ |
| 15 to 30         | $16,63 - 13,29 \times \lg(f_{\text{MHz}})$ |



**Figure 1 – Limit of magnetic field disturbance (quasi-peak detector)  
at 3 m antenna distance**

## 5 Methods of measurement

### 5.1 Measurement instruments

#### 5.1.1 Measuring receiver

##### 5.1.1.1 General

The measuring receiver (including FFT-based measurement instruments) shall comply with the requirements of CISPR 16-1-1:2015. Either manual or automatic frequency scanning may be used.

A preamplifier can be used between the antenna and measuring receiver in order to achieve the 6 dB noise floor requirements (see 5.2.1.2). If a preamplifier is used to achieve the 6 dB noise floor requirement, the laboratory should establish a procedure to avoid overload of the preamplifier, such as using a step attenuator. The laboratory should also ensure the receiver is not overloaded in all measurement scenarios, with or without an external preamplifier.

##### 5.1.1.2 Spectrum analyser parameters

The scan rate of the spectrum analyser shall be adjusted for the CISPR frequency band and detection mode used. The maximum scan rate shall comply with the requirements of CISPR 16-2-3.

Spectrum analysers may be used for performing compliance measurements to this document providing the precautions cited in CISPR 16-1-1:2015 on the use of spectrum analysers are adhered to and that the broadband emissions from the product being tested have a repetition frequency greater than 20 Hz.

The minimum scan time and resolution bandwidth (RBW) are listed in Table 2.

**Table 2 – Spectrum analyser parameters**

| Frequency range<br>MHz | Quasi-peak detector |                   | Peak detector |                   |
|------------------------|---------------------|-------------------|---------------|-------------------|
|                        | RBW at –6 dB        | Minimum scan time | RBW at –6 dB  | Minimum scan time |
| 0,15 to 30             | 9 kHz               | 200 s/MHz         | 9 kHz         | 10 s/MHz          |

When a spectrum analyser is used for measurements, the video bandwidth shall be at least three times the RBW.

### 5.1.1.3 Scanning receiver parameters

The measurement time of the scanning receiver shall be adjusted for the CISPR frequency band and detection mode used. The bandwidth (BW), minimum measurement time and maximum step size are listed in Table 3.

**Table 3 – Scanning receiver parameters**

| Frequency range<br>MHz                                                                                                                          | Quasi-peak detector |                   |                          | Peak detector |                   |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|---------------|-------------------|--------------------------|
|                                                                                                                                                 | BW at –6 dB         | Maximum step size | Minimum measurement time | BW at –6 dB   | Maximum step size | Minimum measurement time |
| 0,15 to 30                                                                                                                                      | 9 kHz               | 5 kHz             | 1 s                      | 9 kHz         | 5 kHz             | 50 ms                    |
| NOTE The minimum dwell time for FFT based measurements should be 1 s. For further guidance on FFT-based measurement settings, see CISPR 16-2-3. |                     |                   |                          |               |                   |                          |

### 5.1.2 Magnetic field antenna

For measuring the magnetic field, an electrically-screened loop antenna shall be used (see CISPR 16-1-4:2019, 4.4.2).

### 5.1.3 Measurement instrumentation uncertainty

The measurement instrumentation uncertainty shall be calculated as described in Annex A.

Measurement instrumentation uncertainty shall not be taken into account in the determination of compliance.

Examples of uncertainty budgets are given in Annex B. If the calculated expanded measurement instrumentation uncertainty exceeds that of the corresponding example in Annex B, the value of the expanded uncertainty shall be documented in the test report.

NOTE The provisions for measurement instrumentation uncertainty (MIU) in this document do not follow CISPR 16-4-2 for considering MIU. The deviation from policy is justified due to the missing site validation method which will be covered in a future revision of CISPR 36. An estimation of the uncertainty contribution caused by site imperfections cannot be made without site validation criterion.

## 5.2 Measuring site requirements

### 5.2.1 Outdoor test site (OTS) requirements

#### 5.2.1.1 OTS for vehicles

The test site shall be a clear area, free from electromagnetic reflecting surfaces (except the floor) within a circle of minimum radius of 20 m measured from a point midway between the vehicle and the antenna. As an exception, the measuring equipment and test hut or vehicle in

which the measuring equipment is located (when used) may be within the test site, but only in the permitted region indicated by the crosshatched area of Figure 2.

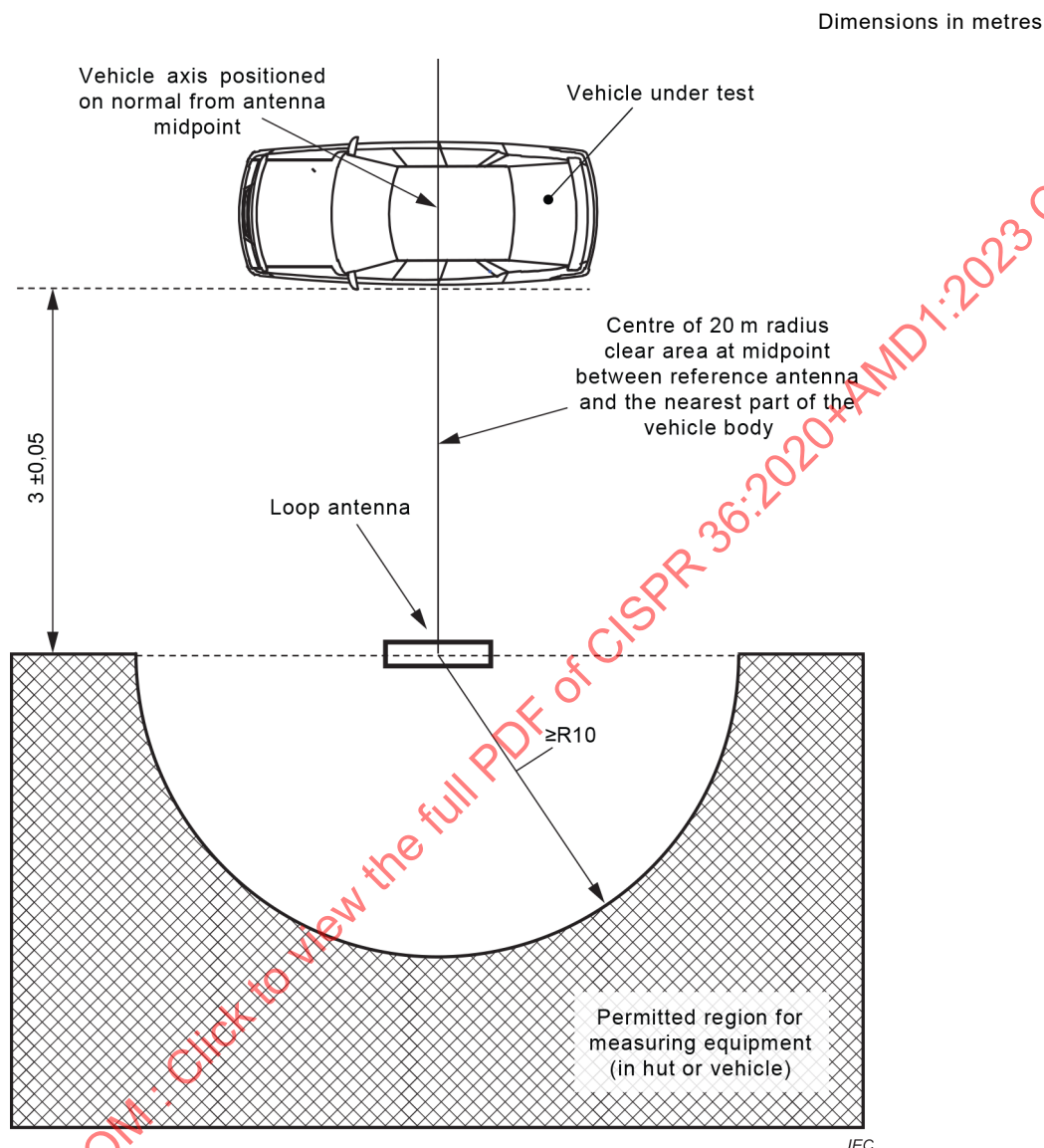


Figure 2 – Measuring site (OTS) for vehicles

#### 5.2.1.2 Ambient magnetic field requirements

To ensure that there is no extraneous noise or signals of sufficient magnitude or density to affect materially the vehicle measurement, ambient measurements shall be taken before and after the main test, but without the vehicle under test running. In both of these measurements, the ambient noise shall be at least 6 dB below the limits of disturbance given in Clause 4, excluding intentional radiators.

#### 5.2.2 Alternative test site requirements

##### 5.2.2.1 General

Absorber lined shielded enclosures (ALSE) and open area test sites (OATS) may be used. An ALSE has the advantage of all-weather testing, a controlled environment and improved repeatability because of the stable chamber electrical characteristics.

NOTE There is ongoing work on an appropriate correlation method (see Annex C)

### 5.2.2.2 Ambient magnetic field requirements

The ambient noise level shall be at least 6 dB below the limits of disturbance given in Clause 4 or, otherwise, the combination of emissions from the vehicle (while operating as specified in this document) and ambient noise shall comply with those limits. The ambient level shall be verified periodically or when test results indicate the possibility of non-compliance.

## 5.3 Test setup for measurement antenna

### 5.3.1 General

At each measurement frequency (including the start and end frequencies), measurements shall be taken for two loop orientations (H radial and H transverse).

Electrical interaction between the antenna elements and the antenna support/guy system should be avoided.

Sheath current chokes and ferrite (e.g. sheath-current suppressor in CISPR 25:2016, Annex C) should be loaded to the cable to reduce the common mode current (e.g. placing ferrite with a minimum impedance of 50  $\Omega$  at 25 MHz on the antenna cable every 200 mm along its entire length within the ALSE).

### 5.3.2 Distance

The projected horizontal distance along the measurement axis (i.e. along the vehicle body longitudinal axis, for front and rear antenna positions, and along the vehicle body transversal axis, for left and right antenna locations) between the centre of the loop antenna and the nearest part of the vehicle body shall be 3,00 m  $\pm$  0,05 m for all antenna positions.

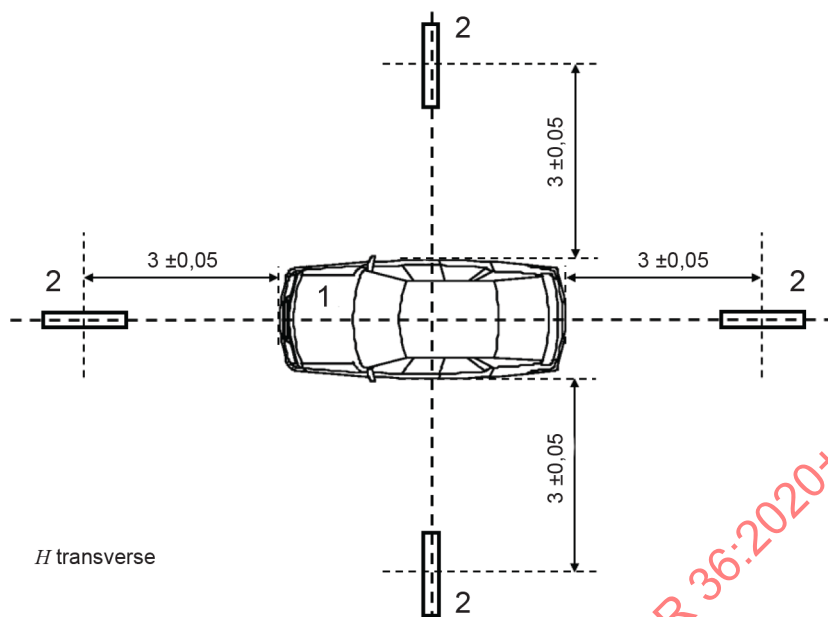
### 5.3.3 Position

Four antenna positions are required. The same positions shall be used for both loop orientations measurements (see Figure 3 and Figure 4):

- front of the vehicle with the centre of the loop aligned with the vehicle body longitudinal axis;
- rear of the vehicle with the centre of the loop aligned with the vehicle body longitudinal axis;
- left of the vehicle with the centre of the loop aligned with the vehicle body transversal axis;
- right of the vehicle with the centre of the loop aligned with the vehicle body transversal axis.

If the measurements are performed in an ALSE, the minimum distance between any portion of the loop antenna and the absorber material shall be 1 m.

Dimensions in metres



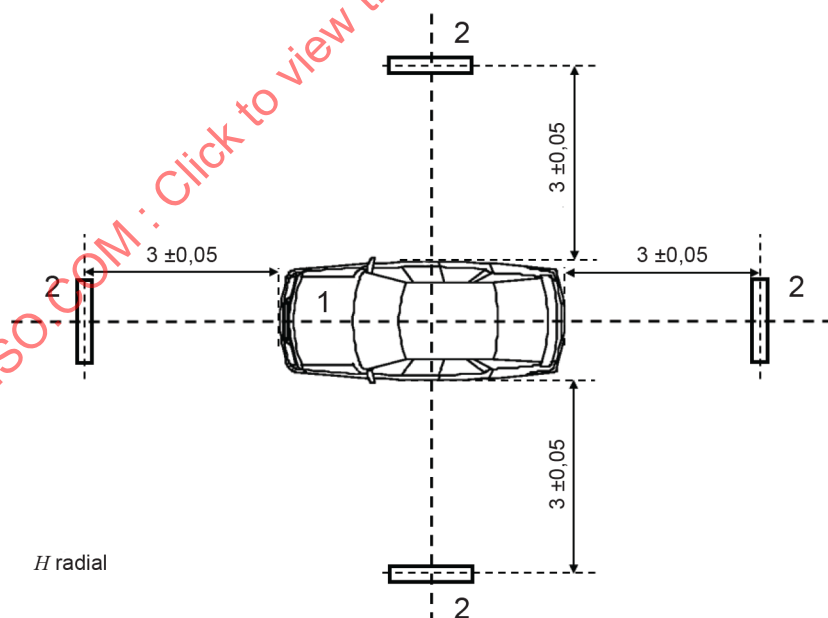
IEC

**Key**

- 1 vehicle under test
- 2 antenna (four positions)

**Figure 3 – Magnetic field measurement – transverse loop orientation**

Dimensions in metres



IEC

**Key**

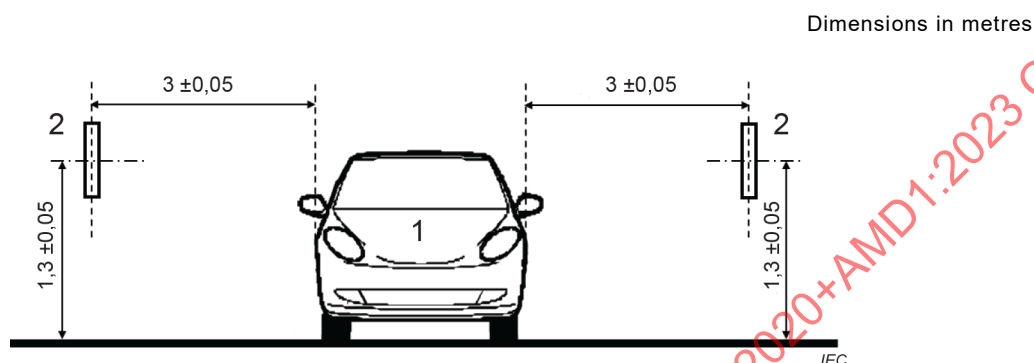
- 1 vehicle under test
- 2 antenna (four positions)

**Figure 4 – Magnetic field measurement – radial loop orientation**

### 5.3.4 Height

The height of the loop centre shall be  $1,30 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$  above the ground level for all antenna positions defined in 5.3.3.

Antenna height conditions are represented in Figure 5 for right and left positions.



#### Key

- 1 vehicle under test (front view)
- 2 loop antenna

**Figure 5 – Magnetic field antenna height – Elevation view (radial loop orientation)**

## 5.4 Test object conditions

### 5.4.1 General

Measurements made while the vehicle is dry or made more than 10 min after precipitation has stopped falling are preferred.

### 5.4.2 Vehicles

#### 5.4.2.1 General

During testing all equipment which is automatically switched on together with the propulsion system shall be operated in a manner which is as representative of normal operation as possible. The electric propulsion system shall be at normal operating temperature.

#### 5.4.2.2 "Propulsion" mode operating conditions

The electric vehicle or hybrid electric vehicle shall be tested on a dynamometer without a load, or on non-conductive axle-stands, propelled by the electric motor only.

The electric vehicle or hybrid electric vehicle equipped with an auxiliary internal combustion engine shall be tested with the combustion engine disabled. If this is not possible, the vehicle shall be tested with the combustion engine enabled in addition.

The electric vehicle or hybrid electric vehicle shall be tested with a constant speed of  $40 \text{ km/h} \pm 20 \%$ , or the maximum speed if this is less than  $40 \text{ km/h}$ . If this is not appropriate (e.g. in case of buses, trucks, two- and three-wheel vehicles), transmission shafts, belts or chains may be disconnected to achieve the same operation condition for the propulsion.

The value of the vehicle speed shall be recorded in the test report.

## **Annex A** (informative)

### **Measurement instrumentation uncertainty**

#### **A.1 Overview**

The purpose of Annex A is to provide guidance in the evaluation of the measurement instrumentation uncertainty for the measurement method described in this document. The relevant input quantities are listed and estimations for the calculation of the uncertainty budget are made.

The estimation of the overall uncertainty for CISPR 36 measurements should consider input quantities due to measurement method, measurement instrumentation, operators, EUT and environment.

Annex A only considers the measurement instrumentation for uncertainty evaluation. Some other input quantities are not taken into consideration such as:

- site imperfection because site validation is under study;
- vehicle to antenna distance because it is not considered in measurement instrumentation but rather in method.
- loop antenna factor variations due to antenna imperfections are under study.

#### **A.2 Radiated disturbance measurements in the frequency range 150 kHz to 30 MHz**

##### **A.2.1 General**

The various uncertainty sources are presented in Figure A.1 and are mainly based on CISPR 16-4-2.

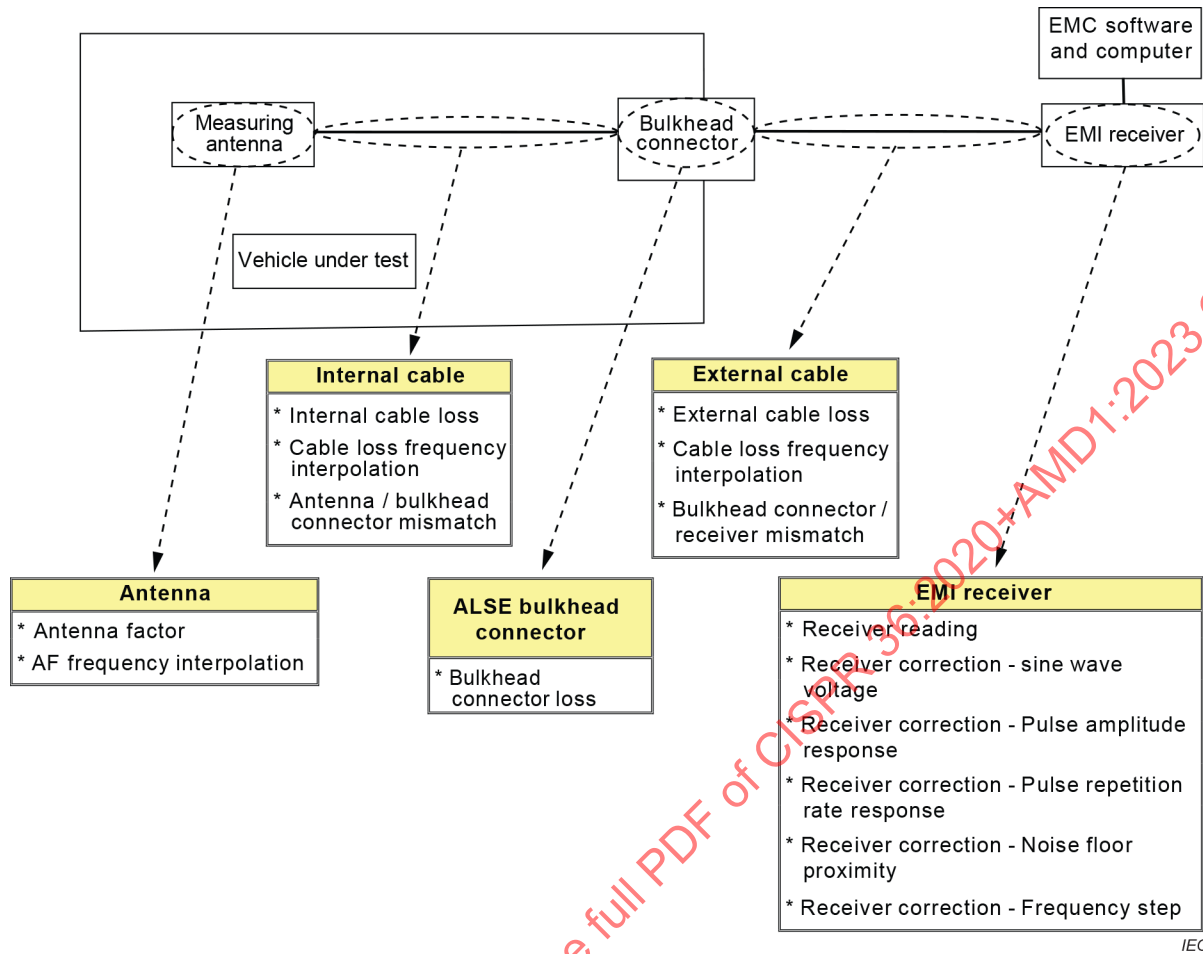


Figure A.1 – Sources of measurement instrumentation uncertainty (e.g., for ALSE)

## A.2.2 Measurand

*H* Maximum magnetic field strength, in dB(μA/m), in transverse and radial orientations measured at the specified horizontal distance from the vehicle and the specified height above the ground/floor, from the specified sides of the vehicle.

## A.2.3 Input quantities to be considered for radiated disturbance measurements

The various quantities to be considered for radiated disturbance measurements are listed in Table A.1 with a description of:

- the used symbol,
- the probability distribution function,
- the rationale for the estimation of the input quantity.

The measurand *H* is calculated using:

$$H = V_R + L_{CAB} + M_{FR} + M_{AF} + F_a + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta F_{stp} + \delta L_{FI} + \delta F_{a,f} \quad (A.1)$$

**Table A.1 – Input quantities to be considered for radiated disturbance measurements**

| Quantity                                                 | Symbol           | Probability distribution function | Rationale for the estimates                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Receiver reading                                         | $V_R$            | normal<br>( $k = 1$ )             | Receiver readings will vary for reasons that include measuring system instability and meter scale interpolation errors. The estimate is the mean of many readings (sample size larger than 10) of a stable signal, with a standard uncertainty given by the experimental standard deviation of the mean ( $k = 1$ ). <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                      |
| Receiver corrections – Sine wave voltage                 | $\delta V_{sw}$  | normal<br>( $k = 2$ )             | An estimate of the correction for receiver sine-wave voltage accuracy is assumed to be available from a calibration report, along with an expanded uncertainty and a coverage factor. <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Receiver correction – Pulse amplitude response           | $\delta V_{pa}$  | Rectangular                       | A verification report stating that the receiver pulse amplitude response complies with the CISPR 16-1-1 tolerance of $\pm 1,5$ dB for peak, quasi-peak or average detection is assumed to be available. The correction $\delta V_{pa}$ is estimated to be zero with a rectangular probability distribution having a half-width of 1,5 dB. <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                 |
| Receiver correction – Pulse repetition rate response     | $\delta V_{pr}$  | Rectangular                       | The CISPR 16-1-1 tolerance for pulse repetition rate response varies with repetition rate and detector type. A verification report stating that the receiver pulse repetition rate responses comply with the CISPR 16-1-1 tolerances is assumed to be available. The correction $\delta V_{pr}$ is estimated to be zero with a rectangular probability distribution having a half-width of 1,5 dB, a value considered to be representative of the various CISPR 16-1-1 tolerances. <sup>(1)</sup>                                                        |
| Receiver correction – Noise floor proximity              | $\delta V_{nf}$  | Rectangular                       | For radiated disturbance measurement below 1 GHz, the deviation is estimated to be between zero and +1,1 dB. The correction is estimated to be zero as if the deviation would be symmetric around the value to be measured with a rectangular probability distribution having a half-width of 1,1 dB. Any correction for the effect of the noise floor would depend on the signal type (e.g. impulsive or unmodulated) and the signal to noise ratio and would change the noise level indication. <sup>(1)</sup>                                         |
| Receiver correction – Frequency step                     | $\delta F_{stp}$ | Rectangular                       | This correction concerns the error which depends on the frequency step size used on the measuring receiver as a function of the used measurement bandwidth.<br><br>This correction can be evaluated experimentally with a frequency generator and the receiver used for the actual measurements by means of adjusting the receiver's tuning frequency with a variation of plus half and minus half the step size and noting the amplitude change on the receiver (see Clause B.3)                                                                        |
| Cable(s) loss(es) <sup>(2)</sup>                         | $L_{CAB}$        | Normal<br>( $k = 2$ )             | The cable(s) loss(es) values with associated expanded uncertainty and coverage factor are normally available from calibration reports.<br><br>The expanded uncertainty value and the corresponding probability distribution, as specified in the calibration report, shall be included here. In case the cable loss value is not corrected for during the measurement, another contributor shall be included, with a value between zero and the highest cable loss value within 150 kHz to 30 MHz, combined with a rectangular probability distribution. |
| Cable(s) loss(es) frequency interpolation <sup>(3)</sup> | $\delta L_{FI}$  | Rectangular                       | This parameter concerns the frequency interpolation used by the measurement software to evaluate cable(s) loss(es) between the frequencies for which cable(s) loss(es) values are available.<br><br>If cable loss is measured for an important number of frequency points and if the data do not show any significant rough variation between two consecutive frequencies, the uncertainty can be considered to be                                                                                                                                       |

| Quantity                                              | Symbol           | Probability distribution function | Rationale for the estimates                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       |                  |                                   | equal to the maximum half amplitude variation between two consecutive cable loss measurement data.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Bulkhead connector / receiver mismatch <sup>(4)</sup> | $M_{FR}$         | U-shaped                          | This parameter concerns the impedance mismatch between the bulkhead connector and the measuring receiver input.<br><br>Mismatch uncertainty can be evaluated through theoretical formula and measurements data (see CISPR 16-4-2:2011, Clause A.2, note A7).                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Antenna / bulkhead connector mismatch <sup>(4)</sup>  | $M_{AF}$         | U-shaped                          | This parameter concerns the impedance mismatch between the antenna and the bulkhead connector.<br><br>Mismatch uncertainty can be evaluated through theoretical formula and measurements data (see CISPR 16-4-2:2011, Clause A.2, note A7).                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Antenna factor                                        | $F_a$            | Normal ( $k = 2$ )                | The antenna factor values with associated expanded uncertainty and coverage factor are normally available from a calibration report.<br><br>Antenna factor values are usually included in the measurement software to make the voltage to field corrections in the measurement; therefore, only the uncertainty value should be kept for the measurement system uncertainty evaluation.                                                                                                                                 |
| AF frequency interpolation                            | $\delta F_{a,f}$ | Rectangular                       | This parameter concerns the frequency interpolation used by the measurement software to evaluate antenna factor between the frequencies for which antenna factor values are available.<br><br>If antenna factor is measured for an important number of frequency points and if the data do not show any significant rough variation between two consecutive frequencies, the uncertainty can be considered to be equal to the maximum half amplitude variation between two consecutive antenna factor measurement data. |

(1) Based on CISPR 16-4-2.

(2) Single parameter for cable loss value (and bulkhead connector loss value), which includes all the different cables (and bulkhead connector) in the measuring system. If cable losses (including from the bulkhead connector) are measured separately, the table shall include one separate line for cable loss value per each cable (and for the bulkhead connector).

(3) Single parameter for cable loss frequency interpolation, which includes all the different cables in the measuring system. If cable losses (including from the bulkhead connector) are measured separately, the table shall include one separate line for cable loss interpolation error contributor per each cable (and for the bulkhead connector).

(4) The worst configuration (in ALSE with one mismatch between receiver and chamber bulkhead connector and one mismatch between chamber bulkhead connector and antenna) has been considered for the mismatch uncertainty contributor. When the measurements are performed without feedthrough (e.g., in OTS or OATS), only one mismatch (between receiver and antenna) needs to be considered.

## Annex B (informative)

### Uncertainty budgets for radiated disturbance measurements of magnetic field strength

#### B.1 General

Annex B gives typical uncertainty budgets for the measurement instrumentation uncertainty for radiated disturbance measurements.

#### B.2 Typical CISPR 36 uncertainty budgets

Uncertainties related to site imperfections are not considered in these budgets.

**Table B.1 – Typical uncertainty budget – 3 m distance – loop antenna (e.g. for ALSE)**

| 3 m distance measurement – loop antenna                  |                  |                      |                                   |              |                                   |
|----------------------------------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| Quantity $x_i$                                           | Symbol           | Uncertainty of $x_i$ |                                   | $c_i u(x_i)$ | Comment                           |
|                                                          |                  | dB                   | Probability distribution function |              |                                   |
| Receiver reading                                         | $V_R$            | $\pm 0,1^{(1)}$      | $k = 1$                           | 0,1          |                                   |
| Receiver corrections – Sine wave voltage                 | $\delta V_{sw}$  | $\pm 1^{(1)}$        | $k = 2$                           | 0,5          |                                   |
| Receiver correction – Pulse amplitude response           | $\delta V_{pa}$  | $\pm 1,5^{(1)}$      | Rectangular                       | 0,87         |                                   |
| Receiver correction – Pulse repetition rate response     | $\delta V_{pr}$  | $\pm 1,5^{(1)}$      | Rectangular                       | 0,87         |                                   |
| Receiver correction – Noise floor proximity              | $\delta V_{nf}$  | +0,5<br>–1,9         | Rectangular                       | 0,69         | See <sup>(1)</sup>                |
| Receiver correction – Frequency step                     | $\delta F_{stp}$ | +0<br>–1,9           | Rectangular                       | 0,55         | See <sup>(2)</sup> and B.3        |
| Cable(s) loss(es)                                        | $L_{CAB}$        | $\pm 0,5$            | $k = 2$                           | 0,25         | See <sup>(3)</sup>                |
| Cable(s) loss(es) frequency interpolation                | $\delta L_{FI}$  | $\pm 0,25$           | Rectangular                       | 0,14         | See <sup>(3)</sup>                |
| Bulkhead connector / receiver mismatch                   | $M_{FR}$         | +0,34<br>–0,36       | U-shaped                          | 0,25         | See <sup>(4)</sup> <sup>(6)</sup> |
| Antenna / bulkhead connector mismatch                    | $M_{AF}$         | +1,54<br>–1,87       | U-shaped                          | 1,21         | See <sup>(5)</sup> <sup>(6)</sup> |
| Antenna factor                                           | $F_a$            | $\pm 1$              | $k = 2$                           | 0,5          | From the calibration certificate  |
| AF frequency interpolation                               | $\delta F_{a,f}$ | $\pm 1$              | Rectangular                       | 0,58         |                                   |
| <b>Expanded uncertainty (in dB):</b><br>$U(H) = 2u_c(H)$ |                  |                      |                                   | <b>4,35</b>  |                                   |

- (1) Based on CISPR 16-4-2.
- (2) This error is negligible when performing final measurements at individual frequencies determined in automatic or manual fine tuning, or when using a spectrum analyser because the spectrum analyser continuously sweeps through all frequencies.
- (3) It is assumed that all cables in the measurement chain, between the antenna and the receiver, as well as the bulkhead connector, were calibrated together as one 2-port passive device. In case this is not true and the cables and bulkhead connector were calibrated individually, each shall have its own separate contributor (table row) in the measurement uncertainty budget.
- (4) Based on:
  - bulkhead connector maximum reflection coefficient of 0,2;
  - receiver input maximum reflection coefficient of 0,2;
  - cable is assumed to have no loss ( $|S_{21}|=|S_{12}|=1$ ) and be perfectly matched ( $|S_{11}|=|S_{22}|=0$ ).
- (5) Based on:
  - bulkhead connector maximum reflection coefficient of 0,2;
  - antenna maximum reflection coefficient of 0,97;
  - cable is assumed to have no loss ( $|S_{21}|=|S_{12}|=1$ ) and be perfectly matched ( $|S_{11}|=|S_{22}|=0$ ).
- (6) The worst configuration (in ALSE with one mismatch between receiver and chamber bulkhead connector and one mismatch between chamber bulkhead connector and antenna) has been considered for mismatches. When the measurements are performed without feedthrough (e.g. in OTS or OATS), only one mismatch (between receiver and antenna) needs to be considered.

### B.3 Receiver's frequency step

The uncertainty contribution due to the receiver's frequency step shall be evaluated as described in this subclause.

A signal generator shall be connected to the receiver's input and it shall be configured to generate a continuous wave signal at some frequency  $f_0$  within 150 kHz to 30 MHz, for example at  $f_0 = 10$  MHz. The level of the signal generator shall be at least 10 dB above the receiver's noise floor, but within the level range where the receiver operates linearly (its input mixer is not saturated).

Tune the receiver on the signal generator's frequency and record the measured level,  $V_0$ . Re-tune the receiver in turn at  $f_0 \pm (\Delta f)/2$  and record the measured levels,  $V_-$  and  $V_+$ , without changing anything on the signal generator; where  $\Delta f$  is the greatest value of the frequency step size used during measurements on vehicles, for example  $\Delta f = 5$  kHz, which is the maximum step size allowed (see Table 3).

Calculate  $V_- - V_0$  and  $V_+ - V_0$ , in dB, with all measured levels expressed in logarithmic units (e.g. dB(μV)); the result with the greatest absolute value is taken as the negative value of the receiver's frequency step uncertainty contributor, while the positive value of this contributor is 0 dB. A rectangular probability distribution is assumed.

The measurement of the error due to the receiver's frequency step is illustrated in Figure B.1. The value reflected in Table B.1 assumes that the difference with the greatest absolute value, between  $V_- - V_0$  and  $V_+ - V_0$ , as obtained from the measurements, was of –1,87 dB.

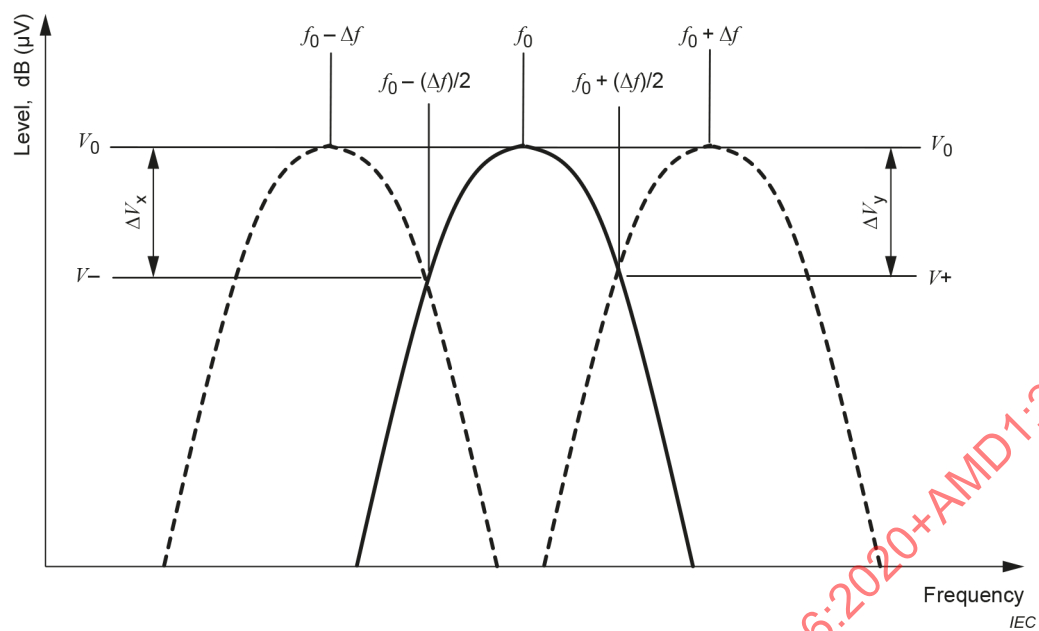


Figure B.1 – Example of measurement for frequency step uncertainty evaluation

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

## **Annex C** (informative)

### **Items under consideration**

#### **C.1 General**

Annex C contains future work items that are under consideration for the next edition or an amendment to this document.

#### **C.2 Plug-in charging mode and WPT charging mode**

There is parallel work in other CISPR or IEC committees (e.g. CISPR/B on WPT, IEC 61980, IEC 61851-21-x). Therefore, CISPR 36 does not consider the charging mode for the moment. The decision to include the charging mode into CISPR 36 will depend on the output of these other committees.

#### **C.3 Correlation between OTS, OATS and ALSE measurements**

The work on this topic has been started in the CISPR/D Task Force "Chamber Validation Methods".

#### **C.4 Measurement distance of 10 m**

CISPR 16-2-3 defines measurement distances of 3 m, 5 m and 10 m. Based on the experience collected with CISPR 16-2-3, CISPR/D may consider to also add 10 m measurement distance in CISPR 36.

## Bibliography

IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 61851-21 (all parts), *Electric vehicle conductive charging system*

IEC 61980 (all parts), *Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems*

CISPR 14-1, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

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

CISPR 16-4-2:2011, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty*

CISPR 16-4-2:2011/AMD1:2014

CISPR 16-4-2:2011/AMD2:2018

CISPR 25:2016, *Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers*

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                                                        | 28 |
| INTRODUCTION.....                                                                                                                                                         | 30 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                                                                             | 31 |
| 2 Références normatives .....                                                                                                                                             | 31 |
| 3 Termes et définitions .....                                                                                                                                             | 32 |
| 4 Limites des perturbations rayonnées .....                                                                                                                               | 33 |
| 4.1 Détermination de la conformité du véhicule aux limites .....                                                                                                          | 33 |
| 4.2 Limites du détecteur de quasi-crête .....                                                                                                                             | 34 |
| 5 Méthodes de mesure .....                                                                                                                                                | 35 |
| 5.1 Appareils de mesure .....                                                                                                                                             | 35 |
| 5.1.1 Récepteur de mesure .....                                                                                                                                           | 35 |
| 5.1.2 Antenne champ magnétique .....                                                                                                                                      | 36 |
| 5.1.3 Incertitude de l'appareil de mesure .....                                                                                                                           | 36 |
| 5.2 Exigences relatives à l'emplacement de mesure .....                                                                                                                   | 37 |
| 5.2.1 Exigences relatives à l'emplacement de mesure en extérieur (OTS) .....                                                                                              | 37 |
| 5.2.2 Autres exigences relatives au site d'essai.....                                                                                                                     | 38 |
| 5.3 Montage d'essai pour l'antenne de mesure .....                                                                                                                        | 38 |
| 5.3.1 Généralités .....                                                                                                                                                   | 38 |
| 5.3.2 Distance .....                                                                                                                                                      | 38 |
| 5.3.3 Position .....                                                                                                                                                      | 38 |
| 5.3.4 Hauteur .....                                                                                                                                                       | 40 |
| 5.4 Conditions pour l'objet à l'essai.....                                                                                                                                | 41 |
| 5.4.1 Généralités .....                                                                                                                                                   | 41 |
| 5.4.2 Véhicules.....                                                                                                                                                      | 41 |
| Annexe A (informative) Incertitude de l'appareil de mesure .....                                                                                                          | 42 |
| A.1 Vue d'ensemble .....                                                                                                                                                  | 42 |
| A.2 Mesurages des perturbations rayonnées dans la plage de fréquences<br>comprise entre 150 kHz et 30 MHz .....                                                           | 42 |
| A.2.1 Généralités .....                                                                                                                                                   | 42 |
| A.2.2 Mesurande .....                                                                                                                                                     | 43 |
| A.2.3 Grandeurs d'entrée à prendre en considération pour les mesurages des<br>perturbations rayonnées .....                                                               | 43 |
| Annexe B (informative) Budgets d'incertitude pour les mesurages des perturbations<br>rayonnées de l'intensité du champ magnétique .....                                   | 46 |
| B.1 Généralités .....                                                                                                                                                     | 46 |
| B.2 Budgets d'incertitude classiques de la CISPR 36 .....                                                                                                                 | 46 |
| B.3 Pas de fréquence du récepteur .....                                                                                                                                   | 47 |
| Annexe C (informative) Eléments à l'étude.....                                                                                                                            | 49 |
| C.1 Généralités .....                                                                                                                                                     | 49 |
| C.2 Mode de charge "rechargeable" et mode de charge "électricité sans fil" .....                                                                                          | 49 |
| C.3 Corrélation entre les mesurages effectués en extérieur, dans un<br>emplacement d'essai en espace libre et dans les cages de Faraday<br>recouvertes d'absorbants ..... | 49 |
| C.4 Distance de mesure de 10 m.....                                                                                                                                       | 49 |
| Bibliographie.....                                                                                                                                                        | 50 |

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 6 – Détermination de la conformité en utilisant un prébalayage avec un détecteur de crête.....                | 34 |
| Figure 1 – Limite de perturbation de champ magnétique (détecteur de quasi-crête) avec une antenne placée à 3 m ..... | 35 |
| Figure 2 – Emplacement de mesure (OTS) pour les véhicules .....                                                      | 37 |
| Figure 3 – Mesure du champ magnétique – orientation transversale de l'antenne cadre .....                            | 39 |
| Figure 4 – Mesure du champ magnétique – orientation radiale de l'antenne cadre .....                                 | 40 |
| Figure 5 – Hauteur d'antenne de champ magnétique – Vue en élévation (orientation radiale de l'antenne cadre).....    | 40 |
| Figure A.1 – Sources d'incertitude de l'appareil de mesure (par exemple, pour une ALSE) .....                        | 43 |
| Figure B.1 – Exemple de mesurage pour l'évaluation de l'incertitude de pas de fréquence .....                        | 48 |
| Tableau 1 – Limite de perturbation (détecteur de quasi-crête avec une antenne placée à 3 m) .....                    | 34 |
| Tableau 2 – Paramètres de l'analyseur de spectre .....                                                               | 36 |
| Tableau 3 – Paramètres du récepteur à balayage .....                                                                 | 36 |
| Tableau A.1 – Grandeurs d'entrée à prendre en considération pour les mesurages des perturbations rayonnées .....     | 44 |
| Tableau B.1 – Budget d'incertitude classique – distance de 3 m – antenne cadre (par exemple pour l'ALSE) .....       | 46 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

**VÉHICULES ROUTIERS ÉLECTRIQUES ET HYBRIDES ÉLECTRIQUES –  
CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –  
LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE POUR LA PROTECTION  
DES RÉCEPTEURS EXTERIEURS EN DESSOUS DE 30 MHz**

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

**Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.**

**La CISPR 36 édition 1.1 contient la première édition (2020-07) [documents CISPR/D/462/CDV et CISPR/D/464A/RVC] et son amendement 1 (2023-05) [documents CIS/D/483/CDV et CIS/D/490A/RVC].**

**Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.**

La Norme internationale CISPR 36 a été établie par le sous-comité D du CISPR: Perturbations électromagnétiques relatives aux appareils électriques ou électroniques embarqués sur les véhicules et aux moteurs à combustion interne

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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

## INTRODUCTION

Il est particulièrement nécessaire que les documents définissent les performances à basse fréquence de tous les appareils électriques/électroniques. La CISPR 36 a été élaborée pour donner au secteur des véhicules routiers électriques et hybrides électriques et aux industries connexes des méthodes d'essai et des limites fournissant une protection satisfaisante pour la réception des radiocommunications.

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 36:2020+AMD1:2023 CSV