



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



BASIC EMC PUBLICATION  
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

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

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

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 33.100.20

ISBN 978-2-8322-7592-4

**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.**

## CONTENTS

|   |    |
|---|----|
| FOREWORD.....   | 6  |
| INTRODUCTION.....   | 8  |
| 1 Scope.....  | 9  |
| 2 Normative references .....  | 9  |
| 3 Terms and definitions .....   | 9  |
| 4 General .....   | 11 |
| 5 Test levels.....  | 13 |
| 6 Test equipment and level adjustment procedure .....   | 15 |
| 6.1 Test generator .....  | 15 |
| 6.2 Coupling and decoupling devices.....  | 16 |
| 6.2.1 General .....   | 16 |
| 6.2.2 Coupling/decoupling networks (CDNs).....  | 18 |
| 6.2.3 Clamp injection devices .....   | 20 |
| 6.2.4 Direct injection devices.....   | 22 |
| 6.2.5 Decoupling networks .....   | 22 |
| 6.3 Verification of the common-mode impedance at the EUT port of coupling and<br>decoupling devices ..... | 22 |
| 6.3.1 General .....   | 22 |
| 6.3.2 Insertion loss of the 150 Ω to 50 Ω adapters .....  | 23 |
| 6.4 Setting of the test generator.....  | 25 |
| 6.4.1 General .....   | 25 |
| 6.4.2 Setting of the output level at the EUT port of the coupling device .....                            | 25 |
| 7 Test setup and injection methods .....  | 27 |
| 7.1 Test setup.....   | 27 |
| 7.2 EUT comprising a single unit.....   | 28 |
| 7.3 EUT comprising several units.....   | 30 |
| 7.4 Rules for selecting injection methods and test points .....   | 31 |
| 7.4.1 General .....   | 31 |
| 7.4.2 Injection method .....  | 31 |
| 7.4.3 Ports to be tested .....  | 32 |
| 7.5 CDN injection application .....   | 32 |
| 7.6 Clamp injection application .....   | 34 |
| 7.7 Direct injection application .....  | 36 |
| 8 Test procedure .....  | 36 |
| 9 Evaluation of the test results .....  | 37 |
| 10 Test report.....   | 38 |
| Annex A (normative) EM and decoupling clamps.....   | 39 |
| A.1 EM clamps .....   | 39 |
| A.1.1 General .....   | 39 |
| A.1.2 Specification of EM clamps.....   | 39 |
| A.2 EM clamp characterization .....   | 41 |
| A.2.1 Specification of the clamp test jig .....   | 41 |
| A.2.2 Clamp characterization .....  | 42 |
| A.3 Decoupling clamp characterization.....  | 47 |
| A.3.1 General .....   | 47 |
| A.3.2 Specification of decoupling clamps .....  | 47 |

|   |  |    |
|---|--|----|
| A.3.3   | Impedance.....   | 47 |
| A.3.4   | Decoupling factor.....   | 48 |
| Annex B (informative)   | Selection criteria for the frequency range of application .....                | 50 |
| Annex C (informative)   | Guidelines for selecting test levels .....                                     | 52 |
| Annex D (informative)   | Information on coupling and decoupling networks .....                          | 53 |
| D.1   | Basic features of the coupling and decoupling networks.....                    | 53 |
| D.2   | Examples of coupling and decoupling networks .....                             | 53 |
| Annex E (informative)   | Information for the test generator specification .....                         | 58 |
| Annex F (informative)   | Test setup for large EUTs.....   | 59 |
| F.1   | General.....   | 59 |
| F.2   | Test setup for large EUTs .....  | 59 |
| Annex G (informative)   | Measurement uncertainty of the voltage test level.....                         | 62 |
| G.1   | General.....   | 62 |
| G.2   | General symbols.....   | 62 |
| G.3   | Uncertainty budgets for test methods .....                                     | 62 |
| G.3.1   | Definition of the measurand.....   | 62 |
| G.3.2   | MU contributors of the measurand .....   | 63 |
| G.3.3   | Input quantities and calculation examples for expanded uncertainty .....       | 64 |
| G.4   | Expression of the calculated measurement uncertainty and its application ..... | 71 |
| Annex H (informative)   | Testing with multiple signals .....  | 73 |
| H.1   | General.....   | 73 |
| H.2   | Intermodulation.....   | 73 |
| H.3   | Power requirements .....   | 74 |
| H.4   | Level-setting requirements.....  | 75 |
| H.5   | Linearity check and harmonics checks of the test generator.....                | 75 |
| H.6   | EUT performance criteria with multiple signals.....                            | 75 |
| Annex I (informative)   | Port-to-port injection.....  | 76 |
| I.1   | General.....   | 76 |
| I.2   | Test setup for injection on identical ports .....                              | 76 |
| I.2.1   | Selection of ports.....  | 76 |
| I.2.2   | Procedure for port-to-port injection .....                                     | 76 |
| Annex J (informative)   | Amplifier compression and non-linearity.....                                   | 78 |
| J.1   | Objective of limiting amplifier distortion.....                                | 78 |
| J.2   | Possible problems caused by harmonics and saturation.....                      | 78 |
| J.3   | Limiting the harmonic content in the disturbance signal.....                   | 78 |
| J.4   | Effect of linearity characteristic on the immunity test.....                   | 79 |
| J.4.1   | General .....  | 79 |
| J.4.2   | Evaluation of the amplifier linearity characteristic .....                     | 79 |
| Bibliography  | .....  | 83 |
|   |  |    |
| Figure 1 – Diagram showing EM fields near the EUT due to common-mode currents on its cables .....       |  | 12 |
| Figure 2 – Schematic setup for immunity test to RF conducted disturbances.....                          |  | 13 |
| Figure 3 – Example of unmodulated and modulated RF signal .....   |  | 14 |
| Figure 4 – Test generator setup .....   |  | 16 |
| Figure 5 – Principle of coupling and decoupling – Symbols used for the indicated setup principles ..... |  | 17 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 6 – Principle of coupling and decoupling – Principle of direct injection to screened cables.....   | 17 |
| Figure 7 – Principle of coupling and decoupling – Principle of coupling to unscreened cables according to the CDN method .....                        | 18 |
| Figure 8 – Principle of coupling and decoupling – Principle of decoupling .....   | 18 |
| Figure 9 – Example of circuit for evaluating the transmission loss of the current clamp level-setting .....   | 21 |
| Figure 10 – Example of circuit for level-setting setup in a 150 Ω test jig.....   | 21 |
| Figure 11 – Example of the setup geometry to verify the impedance characteristics of the coupling and decoupling devices.....                         | 23 |
| Figure 12 – Setup principle to verify $Z_{CE}$ of the coupling and decoupling device.....   | 24 |
| Figure 13 – Setup principle for measuring the insertion loss of two 150 Ω to 50 Ω adapters .....  | 24 |
| Figure 14 – Circuit and construction of the 150 Ω to 50 Ω adapter .....   | 24 |
| Figure 15 – Definition of a common-mode point for unscreened and screened cables.....   | 26 |
| Figure 16 – Setup for level-setting at the EUT port of the coupling/decoupling devices .....  | 27 |
| Figure 17 – Example of test setup with a single unit EUT with only one CDN for injection (top view).....  | 28 |
| Figure 18 – Example of test setup with a single unit EUT (top view) using multiple CDNs.....  | 29 |
| Figure 19 – Example of a test setup with a multi-unit EUT (top view) .....  | 30 |
| Figure 20 – Rules for selecting the injection method .....  | 31 |
| Figure 21 – Immunity test for two-port EUT (when only one CDN can be used).....   | 34 |
| Figure 22 – General principle of a test setup using clamp injection devices .....   | 35 |
| Figure 23 – Example of the test unit locations on the ground plane when using injection clamps (top view).....  | 36 |
| Figure A.1 – Example: Construction details of the EM clamp.....   | 40 |
| Figure A.2 – Example: Concept of the EM clamp .....   | 41 |
| Figure A.3 – Dimension of a reference plane .....   | 42 |
| Figure A.4 – Test jig .....   | 42 |
| Figure A.5 – Test jig with inserted clamp.....  | 42 |
| Figure A.6 – Impedance / decoupling factor measurement setup .....  | 43 |
| Figure A.7 – Typical examples for clamp impedance, three typical clamps.....  | 45 |
| Figure A.8 – Typical examples for decoupling factors, three typical clamps.....   | 45 |
| Figure A.9 – Normalization setup for coupling factor measurement .....  | 46 |
| Figure A.10 – $S_{21}$ coupling factor measurement setup .....  | 46 |
| Figure A.11 – Typical examples for coupling factor, three typical clamps .....  | 47 |
| Figure A.12 – Decoupling clamp characterization measurement setup.....  | 48 |
| Figure A.13 – Typical examples for the decoupling clamp impedance .....   | 48 |
| Figure A.14 – Typical examples for decoupling factors.....  | 49 |
| Figure B.1 – Start frequency as function of cable length and equipment size .....   | 51 |
| Figure D.1 – Example of a simplified diagram for the circuit of CDN-S1 used with screened cables (see 6.2.2.5).....                                   | 54 |
| Figure D.2 – Example of simplified diagram for the circuit of CDN-M1, CDN-M2 and CDN-M3 used with unscreened supply (mains) lines (see 6.2.2.2) ..... | 54 |

|   |    |
|---|----|
| Figure D.3 – Example of a simplified diagram for the circuit of CDN-AF2 used with unscreened unbalanced lines (see 6.2.2.4) .....                       | 55 |
| Figure D.4 – Example of a simplified diagram for the circuit of CDN-T2, used with an unscreened balanced pair (see 6.2.2.3) .....                       | 55 |
| Figure D.5 – Example of a simplified diagram of the circuit of CDN-T4 used with unscreened balanced pairs (see 6.2.2.3) .....                           | 56 |
| Figure D.6 – Example of a simplified diagram of the circuit of CDN AF8 used with unscreened unbalanced lines (see 6.2.2.4) .....                        | 56 |
| Figure D.7 – Example of a simplified diagram of the circuit of CDN-T8 used with unscreened balanced pairs (see 6.2.2.3) .....                           | 57 |
| Figure F.1 – Example of large EUT test setup with elevated horizontal reference ground plane.....   | 60 |
| Figure F.2 – Example of large EUT test setup with vertical reference ground plane .....   | 61 |
| Figure G.1 – Example of influences upon voltage test level using CDN .....  | 63 |
| Figure G.2 – Example of influences upon voltage test level using EM clamp .....   | 63 |
| Figure G.3 – Example of influences upon voltage test level using current clamp .....  | 63 |
| Figure G.4 – Example of influences upon voltage test level using direct injection.....  | 64 |
| Figure G.5 – Circuit for level-setting setup of CDN.....  | 65 |
| Figure H.1 – Test frequencies $f_1$ and $f_2$ and intermodulation frequencies of the second and third order .....                                       | 73 |
| Figure I.1 – Example of setup, port-to-port injection .....   | 77 |
| Figure J.1 – Amplifier linearity measurement setup .....  | 80 |
| Figure J.2 – Linearity characteristic .....   | 81 |
| Figure J.3 – Measurement setup for modulation depth .....   | 81 |
| Figure J.4 – Spectrum of AM modulated signal .....  | 82 |
| <br>  |    |
| Table 1 – Test levels.....  | 14 |
| Table 2 – Characteristics of the test generator.....  | 15 |
| Table 3 – Main parameter of the combination of the coupling and decoupling device .....   | 16 |
| Table 4 – Usage of CDNs .....   | 19 |
| Table B.1 – Main parameter of the combination of the coupling and decoupling device when the frequency range of the test is extended above 80 MHz ..... | 50 |
| Table E.1 – Required power amplifier output power to obtain a test level of 10 V .....  | 58 |
| Table G.1 – CDN level-setting process .....   | 65 |
| Table G.2 – CDN test process .....  | 65 |
| Table G.3 – EM clamp level-setting process .....  | 67 |
| Table G.4 – EM clamp test process.....  | 68 |
| Table G.5 – Current clamp level-setting process .....   | 69 |
| Table G.6 – Current clamp test process .....  | 69 |
| Table G.7 – Direct injection level-setting process.....   | 70 |
| Table G.8 – Direct injection test process.....  | 71 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

### Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields

#### 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.

IEC 61000-4-6 has been prepared by subcommittee 77B: High frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility. It is an International Standard.

It forms Part 4-6 of IEC 61000. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2013. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) selection of injection devices revised;
- b) need of AE impedance check for clamp injection removed and Annex H deleted;
- c) saturation check revised;
- d) new Annex H on testing with multiple signals;

e) level-setting only with feedback loop.

The text of this International Standard is based on the following documents:

| Draft        | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 77B/863/FDIS | 77B/865/RVD      |

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). The main document types developed by IEC are described in greater detail at [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

A list of all parts in the IEC 61000 series, published under the general title *Electromagnetic compatibility (EMC)*, can be found on the IEC website.

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

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

**IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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

IEC 61000 is published in separate parts according to the following structure:

### Part 1: General

General considerations (introduction, fundamental principles)

Definitions, terminology

### Part 2: Environment

Description of the environment

Classification of the environment

Compatibility levels

### Part 3: Limits

Emission limits

Immunity limits (in so far as they do not fall under the responsibility of the product committees)

### Part 4: Testing and measurement techniques

Measurement techniques

Testing techniques

### Part 5: Installation and mitigation guidelines

Installation guidelines

Mitigation methods and devices

### Part 6: Generic standards

### Part 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into several parts, published either as international standards or as technical specifications or technical reports, some of which have already been published as sections. Others will be published with the part number followed by a dash and a second number identifying the subdivision (example: IEC 61000-6-1).

This part is an international standard which gives immunity requirements and test procedures related to conducted disturbances induced by radio-frequency fields.



## **ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**

### **Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields**

#### **1 Scope**

This part of IEC 61000 relates to the conducted immunity requirements of electrical and electronic equipment to electromagnetic disturbances coming from intended radio-frequency (RF) transmitters in the frequency range 150 kHz up to 80 MHz.

NOTE 1 Product committees might decide to use the methods described in this document also for frequencies up to 230 MHz (see Annex B) although the methods and test instrumentation are intended to be used in the frequency range up to 80 MHz.

Equipment not having at least one conducting wire or cable (such as mains supply, signal line or earth connection) which can couple the equipment to the disturbing RF fields is excluded from the scope of this document.

NOTE 2 Test methods are specified in this part of IEC 61000 to assess the effect that conducted disturbing signals, induced by electromagnetic radiation, have on the equipment concerned. The simulation and measurement of these conducted disturbances are not adequately exact for the quantitative determination of effects. The test methods specified are structured for the primary objective of establishing adequate repeatability of results at various facilities for quantitative analysis of effects.

The object of this document is to establish a common reference for evaluating the functional immunity of electrical and electronic equipment when subjected to conducted disturbances induced by RF fields. The test method in this document describes a consistent method to assess the immunity of an equipment or system against a specified phenomenon.

NOTE 3 As described in IEC Guide 107, this document is a basic EMC publication for use by product committees of the IEC. As also stated in Guide 107, the IEC product committees are responsible for determining whether this immunity test standard should be applied or not, and if applied, they are responsible for determining the appropriate test levels and performance criteria.

#### **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 16-1-2, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Coupling devices for conducted disturbance measurements*

## SOMMAIRE

|   |     |
|---|-----|
| AVANT-PROPOS .....  | 89  |
| INTRODUCTION.....   | 91  |
| 1 Domaine d'application .....   | 92  |
| 2 Références normatives .....   | 92  |
| 3 Termes et définitions .....   | 93  |
| 4 Généralités.....  | 95  |
| 5 Niveaux d'essai .....   | 97  |
| 6 Matériel d'essai et procédure de réglage du niveau .....  | 99  |
| 6.1 Générateur d'essai.....   | 99  |
| 6.2 Dispositifs de couplage et de découplage .....  | 100 |
| 6.2.1 Généralités.....  | 100 |
| 6.2.2 Réseaux de couplage/découplage (CDN).....   | 104 |
| 6.2.3 Dispositifs d'injection par pince.....  | 105 |
| 6.2.4 Dispositifs d'injection directe .....   | 107 |
| 6.2.5 Réseaux de découplage .....   | 108 |
| 6.3 Vérification de l'impédance de mode commun sur l'accès EUT des dispositifs de couplage et de découplage ..... | 108 |
| 6.3.1 Généralités.....  | 108 |
| 6.3.2 Affaiblissement d'insertion des adaptateurs 150 Ω à 50 Ω .....  | 109 |
| 6.4 Réglage du générateur d'essai.....  | 111 |
| 6.4.1 Généralités.....  | 111 |
| 6.4.2 Réglage du niveau de sortie sur l'accès EUT du dispositif de couplage .....                                 | 111 |
| 7 Montage d'essai et méthodes d'injection.....  | 114 |
| 7.1 Montage d'essai.....  | 114 |
| 7.2 EUT constitué d'une seule unité.....  | 116 |
| 7.3 EUT constitué de plusieurs unités .....   | 118 |
| 7.4 Règles pour le choix des méthodes d'injection et des points d'essai .....                                     | 119 |
| 7.4.1 Généralités.....  | 119 |
| 7.4.2 Méthode d'injection.....  | 120 |
| 7.4.3 Accès à soumettre à l'essai .....   | 121 |
| 7.5 Application de l'injection par CDN .....  | 121 |
| 7.6 Application de l'injection par pince .....  | 123 |
| 7.7 Application de l'injection directe .....  | 126 |
| 8 Procédure d'essai.....  | 127 |
| 9 Évaluation des résultats d'essai.....   | 128 |
| 10 Rapport d'essai .....  | 129 |
| Annexe A (normative) Pincés EM et pincés de découplage .....  | 130 |
| A.1 Pincés EM .....   | 130 |
| A.1.1 Généralités.....  | 130 |
| A.1.2 Spécification des pincés EM .....   | 130 |
| A.2 Caractérisation de la pince EM .....  | 132 |
| A.2.1 Spécification du montage d'essai de la pince.....   | 132 |
| A.2.2 Caractérisation de la pince .....   | 134 |
| A.3 Caractérisation de la pince de découplage.....  | 139 |
| A.3.1 Généralités.....  | 139 |
| A.3.2 Spécification des pincés de découplage .....  | 139 |

|  |  |     |
|--|--|-----|
| A.3.3  | Impédance.....   | 139 |
| A.3.4  | Facteur de découplage .....  | 140 |
| Annexe B (informative)   | Critères de choix pour la plage de fréquences d'application.....                 | 142 |
| Annexe C (informative)   | Lignes directrices pour le choix des niveaux d'essai.....                        | 144 |
| Annexe D (informative)   | Informations sur les réseaux de couplage et de découplage .....                  | 145 |
| D.1  | Caractéristiques fondamentales des réseaux de couplage et de découplage .....    | 145 |
| D.2  | Exemples de réseaux de couplage et de découplage .....                           | 146 |
| Annexe E (informative)   | Informations sur la spécification du générateur d'essai .....                    | 153 |
| Annexe F (informative)   | Montage d'essai pour des EUT de grande taille .....                              | 154 |
| F.1  | Généralités .....  | 154 |
| F.2  | Montage d'essai pour les EUT de grande taille .....                              | 154 |
| Annexe G (informative)   | Incertitude de mesure du niveau de tension d'essai .....                         | 157 |
| G.1  | Généralités .....  | 157 |
| G.2  | Symboles généraux .....  | 157 |
| G.3  | Bilans d'incertitude pour les méthodes d'essai .....                             | 157 |
| G.3.1  | Définition du mesurande.....   | 157 |
| G.3.2  | Contributeurs de l'incertitude de mesure du mesurande.....                       | 158 |
| G.3.3  | Grandeurs d'entrée et exemples de calcul de l'incertitude élargie .....          | 161 |
| G.4  | Expression de l'incertitude de mesure calculée et de son application.....        | 170 |
| Annexe H (informative)   | Essais avec plusieurs signaux.....   | 172 |
| H.1  | Généralités .....  | 172 |
| H.2  | Intermodulation.....   | 172 |
| H.3  | Exigences de puissance.....  | 174 |
| H.4  | Exigences de réglage du niveau .....   | 175 |
| H.5  | Contrôle de la linéarité et contrôles des harmoniques du générateur d'essai..... | 175 |
| H.6  | Critères de performance des EUT en présence de plusieurs signaux .....           | 175 |
| Annexe I (informative)   | Injection d'accès à accès .....  | 176 |
| I.1  | Généralités .....  | 176 |
| I.2  | Montage d'essai pour l'injection sur des accès identiques .....                  | 176 |
| I.2.1  | Choix des accès .....  | 176 |
| I.2.2  | Procédure d'injection d'accès à accès .....                                      | 176 |
| Annexe J (informative)   | Compression et non-linéarité de l'amplificateur .....                            | 178 |
| J.1  | Objectif de la limitation de la distorsion de l'amplificateur.....               | 178 |
| J.2  | Problèmes possibles causés par les harmoniques et la saturation .....            | 178 |
| J.3  | Limitation du résidu harmonique dans le signal de perturbation .....             | 179 |
| J.4  | Effet des caractéristiques de linéarité sur l'essai d'immunité .....             | 179 |
| J.4.1  | Généralités.....   | 179 |
| J.4.2  | Évaluation des caractéristiques de linéarité de l'amplificateur.....             | 179 |
| Bibliographie.....   |  | 184 |
| Figure 1 – Diagramme qui représente les champs électromagnétiques proches de l'EUT provoqués par la circulation de courants en mode commun dans ses câbles ..... |  | 96  |
| Figure 2 – Schéma du montage d'essai d'immunité aux perturbations conduites par les fréquences radioélectriques .....  |  | 97  |
| Figure 3 – Exemples de signaux RF modulés et non modulés .....   |  | 98  |
| Figure 4 – Montage du générateur d'essai .....   |  | 100 |
| Figure 5 – Principe du couplage et du découplage – Symboles utilisés pour les principes de montage indiqués.....   |  | 102 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure 6 – Principe du couplage et du découplage – Principe de l'injection directe avec des câbles avec écran .....                              | 102 |
| Figure 7 – Principe du couplage et du découplage – Principe du couplage avec des câbles sans écran selon la méthode avec CDN.....                | 103 |
| Figure 8 – Principe du couplage et du découplage – Principe du découplage.....   | 103 |
| Figure 9 – Exemple de circuit de réglage du niveau sur un montage d'essai de 150 Ω .....   | 106 |
| Figure 10 – Exemple de circuit pour l'évaluation de l'affaiblissement de transmission causé par le réglage du niveau de la pince de courant..... | 107 |
| Figure 11 – Exemple de géométrie du montage pour vérifier les caractéristiques d'impédance des dispositifs de couplage et de découplage.....     | 109 |
| Figure 12 – Principe du montage pour vérifier l'impédance de mode commun $Z_{ce}$ du dispositif de couplage et de découplage.....                | 110 |
| Figure 13 – Principe du montage pour mesurer l'affaiblissement d'insertion de deux adaptateurs 150 Ω à 50 Ω .....                                | 110 |
| Figure 14 – Circuit et construction de l'adaptateur 150 Ω à 50 Ω.....  | 111 |
| Figure 15 – Définition d'un point de mode commun pour les câbles avec écran et sans écran .....  | 113 |
| Figure 16 – Montage utilisé pour le réglage du niveau sur l'accès EUT des dispositifs de couplage/découplage .....                               | 114 |
| Figure 17 – Exemple de montage d'essai qui comporte un EUT constitué d'une seule unité avec un seul CDN pour l'injection (vue de dessus) .....   | 115 |
| Figure 18 – Exemple de montage d'essai avec un EUT constitué d'une seule unité (vue de dessus) qui utilise plusieurs CDN.....                    | 117 |
| Figure 19 – Exemple de montage d'essai avec un EUT constitué de plusieurs unités (vue de dessus) .....   | 119 |
| Figure 20 – Règles pour le choix de la méthode d'injection .....   | 120 |
| Figure 21 – Essai d'immunité pour un EUT à deux accès (lorsqu'un seul CDN peut être utilisé).....  | 123 |
| Figure 22 – Principe général d'un montage d'essai qui utilise des dispositifs d'injection par pince .....  | 125 |
| Figure 23 – Exemple d'emplacement des unités d'essai sur le plan de masse lorsque des pinces d'injection sont utilisées (vue de dessus).....     | 126 |
| Figure A.1 – Exemple: Détails de construction de la pince EM .....   | 131 |
| Figure A.2 – Exemple: Conception de la pince EM .....  | 132 |
| Figure A.3 – Dimensions d'un plan de référence .....   | 133 |
| Figure A.4 – Montage d'essai.....  | 133 |
| Figure A.5 – Montage d'essai avec pince insérée.....   | 133 |
| Figure A.6 – Montage de mesure de l'impédance et du facteur de découplage.....   | 134 |
| Figure A.7 – Exemples types d'impédances pour trois pinces types .....   | 136 |
| Figure A.8 – Exemples types de facteurs de découplage pour trois pinces types .....  | 137 |
| Figure A.9 – Montage de normalisation pour mesurer le facteur de couplage .....  | 137 |
| Figure A.10 – Montage de mesure du facteur de couplage $S_{21}$ .....  | 138 |
| Figure A.11 – Exemples types de facteurs de couplage pour trois pinces types .....   | 138 |
| Figure A.12 – Montage de mesure pour la caractérisation de la pince de découplage .....  | 139 |
| Figure A.13 – Exemples types d'impédances de la pince de découplage.....   | 140 |
| Figure A.14 – Exemples types de facteurs de découplage .....   | 141 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure B.1 – Fréquence initiale en fonction de la longueur de câble et de la taille du matériel .....  | 143 |
| Figure D.1 – Exemple de schéma simplifié du circuit d'un CDN-S1 utilisé avec des câbles avec écran (voir 6.2.2.5).....   | 146 |
| Figure D.2 – Exemple de schéma simplifié du circuit d'un CDN-M1, d'un CDN-M2 et d'un CDN-M3 utilisés avec des lignes d'alimentation (réseau) sans écran (voir 6.2.2.2) ..... | 147 |
| Figure D.3 – Exemple de schéma simplifié du circuit d'un CDN-AF2 utilisé avec des lignes asymétriques sans écran (voir 6.2.2.4) .....  | 148 |
| Figure D.4 – Exemple de schéma simplifié du circuit d'un CDN-T2 utilisé avec une paire symétrique sans écran (voir 6.2.2.3) .....  | 149 |
| Figure D.5 – Exemple de schéma simplifié du circuit d'un CDN-T4 utilisé avec des paires symétriques sans écran (voir 6.2.2.3).....   | 150 |
| Figure D.6 – Exemple de schéma simplifié du circuit d'un CDN-AF8 utilisé avec des lignes asymétriques sans écran (voir 6.2.2.4) .....  | 151 |
| Figure D.7 – Exemple de schéma simplifié du circuit d'un CDN-T8 utilisé avec des paires symétriques sans écran (voir 6.2.2.3).....   | 152 |
| Figure F.1 – Exemple de montage d'essai pour un EUT de grande taille avec un plan de masse de référence horizontal surélevé .....  | 155 |
| Figure F.2 – Exemple de montage d'essai pour un EUT de grande taille avec un plan de masse de référence vertical .....   | 156 |
| Figure G.1 – Exemple d'influences sur le niveau de tension d'essai lorsqu'un CDN est utilisé.....  | 158 |
| Figure G.2 – Exemple d'influences sur le niveau de tension d'essai lorsqu'une pince EM est utilisée.....   | 159 |
| Figure G.3 – Exemple d'influences sur le niveau de tension d'essai lorsqu'une pince de courant est utilisée.....   | 160 |
| Figure G.4 – Exemple d'influences sur le niveau de tension d'essai lorsque l'injection directe est utilisée.....   | 161 |
| Figure G.5 – Circuit pour le montage de réglage du niveau avec un CDN .....  | 162 |
| Figure H.1 – Fréquences d'essai $f_1$ et $f_2$ , et fréquences d'intermodulation de deuxième et de troisième ordre.....  | 173 |
| Figure I.1 – Exemple de montage, injection accès à accès.....  | 177 |
| Figure J.1 – Montage de mesure de la linéarité de l'amplificateur .....  | 180 |
| Figure J.2 – Caractéristiques de linéarité .....   | 181 |
| Figure J.3 – Montage de mesure de la profondeur de modulation .....  | 182 |
| Figure J.4 – Spectre du signal modulé en amplitude .....   | 183 |
| <br>   |     |
| Tableau 1 – Niveaux d'essai .....  | 98  |
| Tableau 2 – Caractéristiques du générateur d'essai.....  | 99  |
| Tableau 3 – Paramètre principal de la combinaison du dispositif de couplage et de découplage .....   | 101 |
| Tableau 4 – Utilisation des CDN .....  | 104 |
| Tableau B.1 – Paramètre principal de la combinaison du dispositif de couplage et de découplage lorsque la plage de fréquences de l'essai dépasse 80 MHz.....                 | 142 |
| Tableau E.1 – Puissance de sortie de l'amplificateur de puissance exigée pour obtenir un niveau d'essai de 10 V .....  | 153 |
| Tableau G.1 – Processus de réglage du niveau avec un CDN.....  | 163 |
| Tableau G.2 – Processus d'essai avec un CDN .....  | 163 |

|  |     |
|--|-----|
| Tableau G.3 – Processus de réglage du niveau avec une pince EM.....          | 166 |
| Tableau G.4 – Processus d'essai avec une pince EM .....                      | 166 |
| Tableau G.5 – Processus de réglage du niveau avec une pince de courant ..... | 168 |
| Tableau G.6 – Processus d'essai avec une pince de courant .....              | 168 |
| Tableau G.7 – Processus de réglage du niveau par injection directe.....      | 169 |
| Tableau G.8 – Processus d'essai par injection directe .....                  | 170 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

#### **Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs aux fréquences radioélectriques**

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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.

L'IEC 61000-4-6 a été établie par le sous-comité 77B: Phénomènes haute fréquence, du comité d'études 77 de l'IEC: Compatibilité électromagnétique. Il s'agit d'une Norme internationale.

Elle constitue la Partie 4-6 de l'IEC 61000. Il a le statut d'une publication fondamentale en CEM conformément au Guide 107 de l'IEC.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2013. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) le choix des dispositifs d'injection a été révisé;
- b) la nécessité de vérifier l'impédance de l'AE pour l'injection par pince a été supprimée, et l'Annexe H a été supprimée;
- c) la procédure de contrôle de la saturation a été révisée;
- d) une nouvelle Annexe H a été ajoutée pour les essais avec plusieurs signaux;
- e) le réglage du niveau s'applique avec une boucle de rétroaction uniquement.

La présente version bilingue (2023-10) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2023-06.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61000, publiées sous le titre général *Compatibilité électromagnétique (CEM)*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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



## INTRODUCTION

L'IEC 61000 est publiée en plusieurs parties selon la structure suivante:

### Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

### Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

### Partie 3: Limites

Limites d'émission

Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne relèvent pas de la responsabilité des comités de produits)

### Partie 4: Techniques d'essai et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essai

### Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation

Lignes directrices d'installation

Méthodes et dispositifs d'atténuation

### Partie 6: Normes génériques

### Partie 9: Divers

Chaque partie est à son tour subdivisée en plusieurs parties, publiées soit comme des Normes internationales soit comme des Spécifications techniques ou des Rapports techniques, dont certaines ont déjà été publiées sous forme de sections. D'autres seront publiées avec le numéro de partie, suivi d'un tiret et complété d'un second numéro qui identifie la subdivision (l'IEC 61000-6-1, par exemple).

La présente partie est une Norme internationale qui spécifie les exigences d'immunité et les procédures d'essai relatives aux perturbations conduites induites par les champs aux fréquences radioélectriques.

## COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

### Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs aux fréquences radioélectriques

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61000 traite des exigences relatives à l'immunité en conduction des matériels électriques et électroniques aux perturbations électromagnétiques provoquées par des émetteurs radioélectriques (RF) dans la plage de fréquences de 150 kHz à 80 MHz.

NOTE 1 Les comités de produits peuvent également choisir d'utiliser les méthodes décrites dans le présent document pour les fréquences inférieures ou égales à 230 MHz (voir Annexe B) même si ces méthodes et les appareils d'essai sont destinés à être utilisés dans la plage de fréquences inférieures ou égales à 80 MHz.

Les matériels qui ne comportent pas au moins un câble conducteur (cordon d'alimentation, ligne de transmission ou connexion de mise à la terre, par exemple) capable de coupler les matériels aux champs perturbateurs aux fréquences radioélectriques ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

NOTE 2 Les méthodes d'essai sont spécifiées dans la présente partie de l'IEC 61000 afin d'évaluer l'incidence des signaux perturbateurs conduits, induits par les rayonnements électromagnétiques, sur le matériel concerné. La simulation et le mesurage de ces perturbations conduites ne sont pas parfaitement exacts pour la détermination quantitative des effets. Les méthodes d'essai spécifiées sont structurées dans l'objectif principal d'établir une reproductibilité appropriée des résultats dans différentes installations à des fins d'analyse quantitative des effets.

L'objet du présent document est d'établir une référence commune dans le but d'évaluer l'immunité fonctionnelle des matériels électriques et électroniques, lorsqu'ils sont soumis aux perturbations conduites induites par les champs aux fréquences radioélectriques. La méthode d'essai du présent document décrit une méthode cohérente dans le but d'évaluer l'immunité d'un matériel ou d'un système vis-à-vis d'un phénomène spécifié.

NOTE 3 Comme cela est décrit dans le Guide 107 de l'IEC, le présent document est une publication fondamentale en CEM destinée à être utilisée par les comités de produits de l'IEC. Comme cela est également indiqué dans le Guide 107, il incombe aux comités de produits de l'IEC de déterminer s'il convient d'appliquer ou non la présente norme d'essai d'immunité. Si tel est le cas, ils ont la responsabilité de déterminer les niveaux d'essai et les critères de performance appropriés.

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