



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Integrated circuits – EMC evaluation of transceivers –  
Part 5: Ethernet transceivers**

**Circuits intégrés – Évaluation de la CEM des émetteurs-récepteurs –  
Partie 5: Émetteurs-récepteurs Ethernet**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 31.200

ISBN 978-2-8322-1037-4

**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.....	8
1 Scope.....	10
2 Normative references .....	10
3 Terms, definitions and abbreviated terms .....	11
3.1 Terms and definitions.....	11
3.2 Abbreviated terms.....	12
4 General .....	13
5 Test and operating conditions.....	14
5.1 Supply and ambient conditions.....	14
5.2 Test operation modes .....	14
5.2.1 General .....	14
5.2.2 Transceiver configuration for normal operation mode.....	15
5.2.3 Transceiver configuration for low power mode .....	15
5.3 Definition of BIN.....	15
5.4 Test configuration .....	16
5.4.1 General configuration for transceiver network .....	16
5.4.2 General configuration for single transceiver .....	18
5.4.3 Transceiver network tests – coupling ports and networks for conducted tests .....	18
5.4.4 Single transceiver tests – coupling ports and networks .....	21
5.5 Test communication and signals .....	22
5.5.1 General .....	22
5.5.2 Test signals for normal operation mode .....	22
5.5.3 Test signals for low power mode.....	23
5.6 Evaluation criteria .....	23
5.6.1 General .....	23
5.6.2 Evaluation criteria for functional operation modes.....	23
5.6.3 Evaluation criteria in unpowered condition after exposure to disturbances .....	24
5.6.4 Status classes .....	25
5.7 DUT specific information .....	26
6 Test and measurement.....	26
6.1 Emission of conducted RF disturbances.....	26
6.1.1 Test method .....	26
6.1.2 Test setup .....	26
6.1.3 Test procedure and parameters .....	27
6.2 Immunity to conducted RF disturbances.....	28
6.2.1 Test method .....	28
6.2.2 Test setup .....	28
6.2.3 Test procedure and parameters .....	29
6.3 Immunity to impulses .....	33
6.3.1 Test method .....	33
6.3.2 Test setup .....	33
6.3.3 Test procedure and parameters .....	34
6.4 Electrostatic Discharge (ESD).....	36
6.4.1 Test method .....	36
6.4.2 Test setup .....	36

6.4.3	Test procedure and parameters .....	41
7	Test report.....	43
Annex A (normative)	Ethernet test circuits .....	44
A.1	General.....	44
A.2	Test circuit for Ethernet transceivers for functional tests .....	44
A.3	Test circuit for Ethernet transceivers for ESD test.....	46
Annex B (normative)	Test circuit boards.....	49
B.1	Test circuit board for transceiver network configuration.....	49
B.2	Test circuit board for single transceiver configuration.....	51
Annex C (informative)	Test of Ethernet transceiver for radiated RF emission and RF immunity .....	53
C.1	General.....	53
C.2	General configuration for transceiver network .....	53
C.3	Tests .....	54
C.3.1	General .....	54
C.3.2	Emission of radiated RF disturbances.....	58
C.3.3	Immunity to radiated RF disturbances.....	59
Annex D (informative)	Examples for test limits for Ethernet transceiver in automotive application .....	63
D.1	General.....	63
D.2	Emission of conducted RF disturbances.....	63
D.3	Immunity to conducted RF disturbances.....	64
D.4	Immunity to impulses .....	68
D.5	Electrostatic discharge (ESD) .....	68
D.6	Emission of radiated RF disturbances .....	69
D.7	Immunity to radiated RF disturbances .....	70
Annex E (informative)	Characterization of common mode chokes for EMC evaluation of Ethernet transceivers .....	72
E.1	General.....	72
E.2	Test .....	72
E.2.1	General .....	72
E.2.2	S-parameter measurement mixed mode.....	73
E.2.3	ESD damage .....	80
E.2.4	Saturation test at RF disturbances.....	82
E.2.5	Saturation test at ESD .....	85
E.2.6	TDR measurement of differential mode impedance.....	87
Annex F (informative)	Characterization of ESD suppression devices for EMC evaluation of Ethernet transceivers .....	89
F.1	General.....	89
F.2	Test .....	90
F.2.1	General .....	90
F.2.2	S-parameter measurement mixed mode.....	91
F.2.3	ESD damage .....	97
F.2.4	ESD discharge current measurement.....	100
F.2.5	Test of unwanted clamping effect at RF immunity tests.....	104
Bibliography	.....	108
Figure 1	– Minimum MDI interface test network (Min-BIN).....	16
Figure 2	– Standard MDI interface test network (Std-BIN).....	16

Figure 3 – Optimized MDI interface test network (Opt-BIN) .....	16
Figure 4 – General test configuration for tests in transceiver network for conducted tests .....	17
Figure 5 – General test configuration for unpowered ESD test .....	18
Figure 6 – Transceiver network tests – coupling ports and networks .....	19
Figure 7 – Coupling ports and networks for unpowered ESD tests .....	22
Figure 8 – Principle drawing of the maximum deviation on an I-V characteristic .....	25
Figure 9 – Test setup for measurement of conducted RF disturbances .....	27
Figure 10 – Test setup for DPI tests.....	29
Figure 11 – Test setup for impulse immunity tests.....	33
Figure 12 – Test setup for powered ESD tests – principle arrangement.....	36
Figure 13 – Test setup for powered ESD tests – stimulation and monitoring .....	37
Figure 14 – Test setup for unpowered ESD tests – principle arrangement.....	38
Figure 15 – Test setup for unpowered ESD tests – stimulation and monitoring for function validation pre and post ESD test.....	40
Figure A.1 – General drawing of the circuit diagram of test network for 100BASE-T1 and 1000BASE-T1 Ethernet transceivers for functional test using conducted test methods.....	45
Figure A.2 – General drawing of the circuit diagram of test network for 100BASE-TX Ethernet transceivers for functional test using conducted test methods.....	46
Figure A.3 – General drawing of the circuit diagram for ESD tests of Ethernet transceivers in powered mode .....	47
Figure A.4 – General drawing of the circuit diagram for ESD tests of Ethernet transceivers in unpowered mode.....	48
Figure B.1 – Example of functional conducted test board for Ethernet transceiver ICs (100BASE-T1) .....	49
Figure B.2 – Example of powered ESD test board for Ethernet transceivers ICs (100BASE-T1) .....	50
Figure B.3 – Example of unpowered ESD test board for Ethernet transceivers ICs (100BASE-T1), top layer .....	51
Figure B.4 – Example of unpowered ESD test board for Ethernet transceivers ICs (100BASE-T1), bottom layer .....	51
Figure C.1 – General test configuration for tests in transceiver network used for radiated tests.....	53
Figure C.2 – General drawing of the circuit diagram of test network for 100BASE-T1 and 1000BASE-T1 Ethernet transceivers for functional test using radiated RF test methods.....	55
Figure C.3 – Example of functional radiated test board for Ethernet transceiver ICs (100BASE-T1), top layer (DUT side) .....	56
Figure C.4 – Example of functional radiated test board for Ethernet transceiver ICs (100BASE-T1), bottom layer (external circuitry side).....	57
Figure C.5 – Test setup for measurement of radiated RF emission .....	58
Figure C.6 – Test setup for radiated RF immunity tests.....	60
Figure D.1 – Example of limits for conducted RF emission – MDI Opt-BIN, $V_{BAT}$ and WAKE.....	63
Figure D.2 – Example of limits for conducted RF emission – local supplies .....	64
Figure D.3 – Example of limits for conducted RF immunity for functional status class A <sub>1C</sub> – MDI Opt-BIN .....	65

Figure D.4 – Example of limits for conducted RF immunity for functional status class $A_{IC}$ – $V_{BAT}$ and WAKE.....	65
Figure D.5 – Example of limits for conducted RF immunity for functional status class $C_{IC}$ or $D_{IC}$ – MDI Opt-BIN .....	67
Figure D.6 – Example of limits for conducted RF immunity for functional status class $C_{IC}$ or $D_{IC}$ – $V_{BAT}$ and WAKE .....	67
Figure D.7 – Example of limits for radiated RF emission for IC stripline with 6,7 mm active conductor height.....	69
Figure D.8 – Example of limits for radiated RF immunity .....	70
Figure E.1 – General electrical drawing of a CMC .....	72
Figure E.2 – Test setup for S-parameter measurements at CMC.....	73
Figure E.3 – Example of test board 4-port S-parameter measurement at CMC – mixed mode, top layer.....	74
Figure E.4 – Example of test board 3-port S-parameter measurement at CMC – single ended, top layer.....	74
Figure E.5 – Recommended characteristics for $S_{dd11}$ , $S_{dd22}$ (RL) for CMC.....	77
Figure E.6 – Recommended characteristics for $S_{dd21}$ (IL) for CMC.....	78
Figure E.7 – Recommended characteristics for $S_{cc21}$ (CMR) for CMC .....	78
Figure E.8 – Recommended characteristics for $S_{dc11}$ , $S_{dc22}$ (LCL) for CMC .....	79
Figure E.9 – Recommended characteristics for $S_{sd21}$ , $S_{sd12}$ (DCMR) and $S_{ds21}$ , $S_{ds12}$ (CDMR) for CMC .....	79
Figure E.10 – Test setup for ESD damage tests at CMC .....	80
Figure E.11 – Example of ESD test board for CMC, top layer.....	81
Figure E.12 – Test setup for RF saturation measurements at CMC .....	83
Figure E.13 – Example of RF saturation / S-parameter test board for CMC, top layer.....	83
Figure E.14 – Test setup for ESD saturation measurements at CMC.....	85
Figure E.15 – Example of ESD saturation test board for CMC, top layer .....	85
Figure E.16 – Example of ESD saturation tests results for CMC.....	87
Figure E.17 – Test setup for TDR measurement at CMC.....	87
Figure E.18 – Example of TDR test board for CMC, top layer.....	88
Figure F.1 – Arrangement of ESD suppression device within the 100BASE-T1 and 1000BASE-T1 MDI interface .....	90
Figure F.2 – Test setup for S-parameter measurements at ESD suppression device .....	91
Figure F.3 – Example of test board 4-port S-parameter measurement for ESD suppression device – mixed mode, top layer.....	92
Figure F.4 – Example of test board 3-port S-parameter measurement for ESD suppression device – single ended, top layer.....	92
Figure F.5 – Recommended characteristics for $S_{dd11}$ (RL) for ESD suppression device .....	95
Figure F.6 – Recommended characteristics for $S_{dd21}$ (IL) for ESD suppression device.....	95
Figure F.7 – Recommended characteristics for $S_{sd21}$ (DCMR) for ESD suppression device.....	96
Figure F.8 – Test setup for ESD damage tests at ESD suppression device .....	97
Figure F.9 – Example of ESD test board for ESD suppression device, top layer.....	98
Figure F.10 – Test setup for ESD discharge current measurement at ESD suppression device.....	100

Figure F.11 – Example of ESD discharge current test board for ESD suppression device, top and bottom layer .....	101
Figure F.12 – Example of test results and recommended limits for remaining ESD discharge current after the MDI test network for ESD suppression device .....	103
Figure F.13 – Test setup for RF clamping test at ESD suppression device .....	104
Figure F.14 – Example of test board RF clamping test at suppression device, top layer .....	105
Figure F.15 – Recommended test power levels for RF clamping tests at ESD suppression device .....	107
Table 1 – Overview of measurements and tests .....	13
Table 2 – Supply and ambient conditions for functional operation .....	14
Table 3 – Definition for transceiver configuration for normal operation mode .....	15
Table 4 – Definition for transceiver mode configuration for low power mode .....	15
Table 5 – Selection recommendation of MII interfaces for transceiver network configuration .....	18
Table 6 – Transceiver network tests – component value definitions of coupling ports and networks .....	20
Table 7 – Definitions of coupling ports for unpowered ESD tests .....	22
Table 8 – Definition for transceiver mode configuration for normal operation mode .....	23
Table 9 – Evaluation criteria for Ethernet transceiver .....	24
Table 10 – Definition of functional status classes .....	25
Table 11 – Settings of the conducted RF measurement equipment .....	27
Table 12 – Conducted emission measurements .....	28
Table 13 – Specifications for DPI tests .....	30
Table 14 – DPI tests for functional status class A <sub>IC</sub> evaluation of Ethernet transceivers .....	31
Table 15 – DPI tests for functional status class C <sub>IC</sub> or D <sub>IC</sub> evaluation of Ethernet transceivers .....	32
Table 16 – Specifications for impulse immunity tests .....	34
Table 17 – Parameters for impulse immunity test .....	34
Table 18 – Impulse immunity tests for functional status class A <sub>IC</sub> evaluation of Ethernet transceivers .....	35
Table 19 – Impulse immunity tests for functional status class C <sub>IC</sub> or D <sub>IC</sub> evaluation of Ethernet transceivers .....	35
Table 20 – Specifications for ESD tests .....	41
Table 21 – ESD tests in powered mode for functional status class A <sub>IC</sub> , C <sub>IC</sub> and D <sub>IC</sub> evaluation of Ethernet transceivers .....	42
Table 22 – ESD tests in unpowered mode for functional status class D <sub>IC</sub> evaluation of Ethernet transceiver ICs .....	43
Table B.1 – Parameter ESD test circuit board .....	52
Table C.1 – Settings of the radiated RF measurement equipment .....	59
Table C.2 – Radiated RF emission measurements .....	59
Table C.3 – Specifications for radiated RF immunity tests .....	61
Table C.4 – Radiated RF immunity tests for functional status class A <sub>IC</sub> evaluation of Ethernet transceivers .....	62
Table D.1 – Example of limits for conducted RF emission – test cases with recommended limit classes .....	64

Table D.2 – Example of limits for conducted RF immunity – test cases with recommended limit classes for functional status class A <sub>IC</sub> .....	66
Table D.3 – Example of limits for conducted RF immunity – test cases with recommended limit classes for functional status class C <sub>IC</sub> or D <sub>IC</sub> .....	68
Table D.4 – Example of limits for impulse immunity – Class I .....	68
Table D.5 – Example of limits for impulse immunity – test cases with recommended limit classes for functional status class C <sub>IC</sub> or D <sub>IC</sub> .....	68
Table D.6 – Example of limits for powered and unpowered ESD tests – test cases with recommended limits for functional status class A1 <sub>IC</sub> , A2 <sub>IC</sub> , A3 <sub>IC</sub> , C <sub>IC</sub> or D <sub>IC</sub> .....	69
Table D.7 – Example of limits for radiated RF emission – test cases with recommended limit classes .....	70
Table D.8 – Example of limits for radiated RF immunity – test cases with recommended limit classes .....	71
Table E.1 – Test procedure and parameters for 3-port test board characterization for CMC .....	75
Table E.2 – Test procedure and parameters for S-parameter measurements at CMC .....	76
Table E.3 – Required S-parameter measurements for CMC .....	77
Table E.4 – Test parameters for ESD damage tests at CMC .....	81
Table E.5 – Required ESD tests for damage for CMC .....	82
Table E.6 – Test procedure and parameters for RF saturation tests at CMC .....	84
Table E.7 – Required RF saturation tests for CMC .....	84
Table E.8 – Test procedure and parameters for ESD saturation tests at CMC .....	86
Table E.9 – Required ESD saturation tests for CMC .....	86
Table E.10 – ESD saturation break down voltage classes for CMC .....	86
Table E.11 – Test procedure and parameters for TDR measurement at CMC .....	88
Table E.12 – Required TDR measurements for CMC .....	88
Table F.1 – Specification of ESD suppression device .....	89
Table F.2 – Test procedure and parameters for 3-port test board characterization for ESD suppression device .....	93
Table F.3 – Test procedure and parameters for S-parameter measurements at ESD suppression device .....	94
Table F.4 – Required S-parameter measurements for ESD suppression device .....	94
Table F.5 – Test parameters for ESD damage tests at ESD suppression device .....	99
Table F.6 – Required ESD tests for damage for ESD suppression device .....	99
Table F.7 – Test parameters for ESD discharge current measurement at ESD suppression device .....	102
Table F.8 – Required current measurement for ESD suppression device .....	102
Table F.9 – Recommended limits for remaining ESD discharge current after the MDI test network for ESD suppression device .....	103
Table F.10 – Limit classes and related applied ESD test voltages .....	104
Table F.11 – Test procedure and parameters for RF clamping tests at ESD suppression device .....	106
Table F.12 – Required RF clamping tests for ESD suppression device .....	107

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INTEGRATED CIRCUITS –  
EMC EVALUATION OF TRANSCEIVERS –**

**Part 5: Ethernet transceivers**

**FOREWORD**

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

International Standard IEC 62228-5 has been prepared by subcommittee 47A: Integrated circuits, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

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

Draft	Report on voting
47A/1115/FDIS	47A/1117/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/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<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 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.**

# INTEGRATED CIRCUITS – EMC EVALUATION OF TRANSCEIVERS –

## Part 5: Ethernet transceivers

### 1 Scope

This part of IEC 62228 specifies test and measurement methods for EMC evaluation of Ethernet transceiver ICs under network condition. It defines test configurations, test conditions, test signals, failure criteria, test procedures, test setups and test boards. It is applicable for transceiver of the Ethernet systems

- 100BASE-T1 according to ISO/IEC/IEEE 8802-3/AMD1;
- 100BASE-TX according to ISO/IEC/IEEE 8802-3;
- 1000BASE-T1 according to ISO/IEC/IEEE 8802-3/AMD4

and covers

- the emission of RF disturbances;
- the immunity against RF disturbances;
- the immunity against impulses;
- the immunity against electrostatic discharges (ESD).

### 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.

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

IEC 61967-4, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 4: Measurement of conducted emissions, 1 ohm/150 ohm direct coupling method*

IEC 62132-1, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity – Part 1: General conditions and definitions*

IEC 62132-4, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity 150 kHz to 1 GHz – Part 4: Direct RF power injection method*

IEC 62215-3, *Integrated circuits – Measurement of impulse immunity – Part 3: Non-synchronous transient injection method*

IEC 62228-1, *Integrated circuits – EMC evaluation of transceivers – Part 1: General conditions and definitions*

ISO 10605, *Road vehicles – Test methods for electrical disturbances from electrostatic discharge*

ISO 21111-2, *Road vehicles – In-vehicle Ethernet – Part 2: Common physical entity requirements*

ISO 7637-2, *Road vehicles – Electrical disturbances from conduction and coupling – Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only*

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Standard for Ethernet*

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017/AMD1:2017, *Amendment 1 – Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Standard for Ethernet – Physical layer specifications and management parameters for 100 Mb/s operation over a single balanced twisted pair cable (100BASE-T1)*

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017/AMD4:2017, *Amendment 4 – Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Standard for Ethernet – Physical layer specifications and management parameters for 1 Gb/s operation over a single twisted-pair copper cable*

Electronic Components Industry Association, EIA-198-1, *Ceramic Dielectric Capacitors Classes I, II, III and IV*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	117
1 Domaine d'application .....	119
2 Références normatives .....	119
3 Termes, définitions et termes abrégés .....	120
3.1 Termes et définitions .....	120
3.2 Termes abrégés .....	121
4 Généralités .....	122
5 Conditions d'essai et conditions de fonctionnement .....	123
5.1 Conditions d'alimentation et conditions ambiantes .....	123
5.2 Modes de fonctionnement pour l'essai .....	124
5.2.1 Généralités .....	124
5.2.2 Configuration de l'émetteur-récepteur en mode fonctionnel normal .....	124
5.2.3 Configuration de l'émetteur-récepteur en mode basse puissance .....	124
5.3 Définition du BIN .....	124
5.4 Configuration d'essai .....	126
5.4.1 Configuration générale pour un réseau d'émetteur-récepteur .....	126
5.4.2 Configuration générale pour un émetteur-récepteur unique .....	127
5.4.3 Essais de réseau d'émetteur-récepteur – ports de couplage et réseaux de couplage pour essais conduits .....	128
5.4.4 Essais d'émetteur-récepteur individuel – ports de couplage et réseaux de couplage .....	130
5.5 Communication et signaux d'essai .....	131
5.5.1 Généralités .....	131
5.5.2 Signaux d'essai pour le mode fonctionnel normal .....	132
5.5.3 Signaux d'essai pour le mode basse puissance .....	132
5.6 Critères d'évaluation .....	132
5.6.1 Généralités .....	132
5.6.2 Critères d'évaluation des modes fonctionnels .....	132
5.6.3 Critères d'évaluation en mode passif après exposition aux perturbations .....	133
5.6.4 Classes d'état .....	134
5.7 Informations propres au DUT .....	135
6 Essai et mesure .....	135
6.1 Emission des perturbations radioélectriques conduites .....	135
6.1.1 Méthode d'essai .....	135
6.1.2 Montage d'essai .....	135
6.1.3 Procédure d'essai et paramètres .....	136
6.2 Immunité aux perturbations radioélectriques conduites .....	137
6.2.1 Méthode d'essai .....	137
6.2.2 Montage d'essai .....	138
6.2.3 Procédure d'essai et paramètres .....	139
6.3 Immunité aux impulsions .....	142
6.3.1 Méthode d'essai .....	142
6.3.2 Montage d'essai .....	142
6.3.3 Procédure d'essai et paramètres .....	143
6.4 Décharge électrostatique (DES) .....	145
6.4.1 Méthode d'essai .....	145
6.4.2 Montage d'essai .....	145

6.4.3	Procédure d'essai et paramètres .....	151
7	Rapport d'essai .....	153
Annexe A (normative)	Circuits d'essai Ethernet .....	154
A.1	Généralités .....	154
A.2	Circuit d'essai pour les émetteurs-récepteurs Ethernet pour les essais fonctionnels .....	154
A.3	Circuit d'essai dédié à l'essai de DES des émetteurs-récepteurs Ethernet .....	157
Annexe B (normative)	Cartes d'essai .....	161
B.1	Carte d'essai pour la configuration du réseau de l'émetteur-récepteur .....	161
B.2	Carte d'essai pour la configuration de l'émetteur-récepteur individuel .....	163
Annexe C (informative)	Essai de l'émetteur-récepteur Ethernet relatif aux émissions radioélectriques rayonnées et à l'immunité aux perturbations radioélectriques rayonnées .....	165
C.1	Généralités .....	165
C.2	Configuration générale pour un réseau d'émetteur-récepteur .....	165
C.3	Essais .....	166
C.3.1	Généralités .....	166
C.3.2	Emission des perturbations radioélectriques rayonnées .....	170
C.3.3	Immunité aux perturbations radioélectriques rayonnées .....	171
Annexe D (informative)	Exemples de limites d'essai pour les émetteurs-récepteurs Ethernet dans les applications automobiles .....	175
D.1	Généralités .....	175
D.2	Emission des perturbations radioélectriques conduites .....	175
D.3	Immunité aux perturbations radioélectriques conduites .....	177
D.4	Immunité aux impulsions .....	180
D.5	Décharge électrostatique (DES) .....	181
D.6	Emission des perturbations radioélectriques rayonnées .....	182
D.7	Immunité aux perturbations radioélectriques rayonnées .....	183
Annexe E (informative)	Caractérisation des bobines d'arrêt de mode commun pour l'évaluation de la CEM des émetteurs-récepteurs Ethernet .....	184
E.1	Généralités .....	184
E.2	Essai .....	184
E.2.1	Généralités .....	184
E.2.2	Mesure des paramètres S en mode mixte .....	185
E.2.3	Domages aux DES .....	192
E.2.4	Essai de saturation aux perturbations radioélectriques .....	195
E.2.5	Essai de saturation aux DES .....	197
E.2.6	Mesure TDR de l'impédance en mode différentiel .....	200
Annexe F (informative)	Caractérisation des dispositifs de suppression des DES pour l'évaluation de la CEM des émetteurs-récepteurs Ethernet .....	202
F.1	Généralités .....	202
F.2	Essai .....	203
F.2.1	Généralités .....	203
F.2.2	Mesure des paramètres S en mode mixte .....	204
F.2.3	Domages aux DES .....	211
F.2.4	Mesure du courant de décharge de DES .....	214
F.2.5	Essai de l'effet d'écrtage indésirable lors des essais d'immunité aux perturbations radioélectriques .....	218
Bibliographie	.....	223

Figure 1 – Réseau d’essai d’interface MDI minimale (Min-BIN) .....	125
Figure 2 – Réseau d’essai d’interface MDI standard (Std-BIN) .....	125
Figure 3 – Réseau d’essai d’interface MDI optimisée (Opt-BIN) .....	125
Figure 4 – Configuration d’essai générale pour les essais conduits sur un réseau d’émetteur-récepteur .....	126
Figure 5 – Configuration d’essai générale pour l’essai de DES en mode passif .....	128
Figure 6 – Essais de réseau d’émetteur-récepteur – ports de couplage et réseaux de couplage .....	128
Figure 7 – Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais de DES en mode passif .....	131
Figure 8 – Ecart maximal sur la caractéristique I-V .....	134
Figure 9 – Montage d’essai pour la mesure des perturbations radioélectriques conduites .....	136
Figure 10 – Montage d’essai pour les essais DPI .....	138
Figure 11 – Montage d’essai pour les essais d’immunité aux impulsions .....	142
Figure 12 – Montage d’essai pour les essais de DES en mode actif – disposition de principe .....	146
Figure 13 – Montage d’essai pour les essais de DES en mode actif – stimulation et contrôle .....	147
Figure 14 – Montage d’essai pour les essais de DES en mode passif – disposition de principe .....	148
Figure 15 – Montage d’essai pour les essais de DES en mode passif – stimulation et contrôle pour la validation fonctionnelle avant et après l’essai de DES .....	150
Figure A.1 – Schéma général du circuit du réseau d’essai dédié à l’essai fonctionnel des émetteurs-récepteurs Ethernet 100BASE-T1 et 1000BASE-T1 suivant les méthodes d’essais conduits .....	155
Figure A.2 – Schéma général du circuit du réseau d’essai dédié à l’essai fonctionnel des émetteurs-récepteurs Ethernet 100BASE-TX suivant les méthodes d’essais conduits .....	156
Figure A.3 – Schéma général du circuit dédié aux essais de DES des émetteurs-récepteurs Ethernet en mode actif .....	158
Figure A.4 – Schéma général du circuit dédié aux essais de DES des émetteurs-récepteurs Ethernet en mode passif .....	159
Figure B.1 – Exemple de carte d’essai fonctionnel en conduit pour les CI émetteurs-récepteurs Ethernet (100BASE-T1) .....	161
Figure B.2 – Exemple de carte d’essai de DES en mode actif pour les CI des émetteurs-récepteurs Ethernet (100BASE-T1) .....	162
Figure B.3 – Exemple de carte d’essai de DES en mode passif pour les CI émetteurs-récepteurs Ethernet (100BASE-T1), couche supérieure .....	163
Figure B.4 – Exemple de carte d’essai de DES en mode passif pour les CI émetteurs-récepteurs Ethernet (100BASE-T1), couche inférieure .....	163
Figure C.1 – Configuration d’essai générale pour les essais sur un réseau d’émetteur-récepteur dédié aux essais rayonnés .....	165
Figure C.2 – Schéma général du circuit du réseau d’essai dédié à l’essai fonctionnel des émetteurs-récepteurs Ethernet 100BASE-T1 et 1000BASE-T1 suivant les méthodes d’essais rayonnés aux fréquences radioélectriques .....	167
Figure C.3 – Exemple de carte d’essai fonctionnel en rayonné pour les CI émetteurs-récepteurs Ethernet (100BASE-T1), couche supérieure (côté DUT) .....	168

Figure C.4 – Exemple de carte d’essai fonctionnel en rayonné pour les CI émetteurs-récepteurs Ethernet (100BASE-T1), couche inférieure (côté composants externes) .....	169
Figure C.5 – Montage d’essai pour la mesure des émissions radioélectriques rayonnées .....	170
Figure C.6 – Montage d’essai pour les essais d’immunité aux perturbations radioélectriques rayonnées .....	172
Figure D.1 – Exemple de limites pour les émissions radioélectriques conduites – MDI - Opt-BIN, $V_{BAT}$ et WAKE .....	175
Figure D.2 – Exemple de limites pour les émissions radioélectriques conduites – alimentations locales .....	176
Figure D.3 – Exemple de limites pour l’immunité aux perturbations radioélectriques conduites relatives à la classe d’état fonctionnel $A_{IC}$ – MDI - Opt-BIN .....	177
Figure D.4 – Exemple de limites pour l’immunité aux perturbations radioélectriques conduites relatives à la classe d’état fonctionnel $A_{IC}$ – $V_{BAT}$ et WAKE .....	178
Figure D.5 – Exemple de limites pour l’immunité aux perturbations radioélectriques conduites relatives à la classe d’état fonctionnel $C_{IC}$ ou $D_{IC}$ – MDI - Opt-BIN .....	179
Figure D.6 – Exemple de limites pour l’immunité aux perturbations radioélectriques conduites relatives à la classe d’état fonctionnel $C_{IC}$ ou $D_{IC}$ – $V_{BAT}$ et WAKE .....	180
Figure D.7 – Exemple de limites pour les émissions radioélectriques rayonnées en utilisant une ligne TEM à plaques (stripline) pour CI avec une hauteur de conducteur actif de 6,7 mm .....	182
Figure D.8 – Exemple de limites pour les essais d’immunité aux perturbations radioélectriques rayonnées .....	183
Figure E.1 – Schéma électrique général d’une CMC .....	185
Figure E.2 – Montage d’essai pour les mesures des paramètres S au niveau de la CMC .....	185
Figure E.3 – Exemple de carte d’essai à 4 ports pour la mesure des paramètres S au niveau de la CMC – mode mixte, couche supérieure .....	186
Figure E.4 – Exemple de carte d’essai à 3 ports pour la mesure des paramètres S au niveau de la CMC – terminaison unique, couche supérieure .....	186
Figure E.5 – Caractéristiques recommandées pour $S_{dd11}$ , $S_{dd22}$ (RL) relatives à la CMC .....	189
Figure E.6 – Caractéristiques recommandées pour $S_{dd21}$ (IL) relatives à la CMC .....	190
Figure E.7 – Caractéristiques recommandées pour $S_{cc21}$ (CMR) relatives à la CMC .....	190
Figure E.8 – Caractéristiques recommandées pour $S_{dc11}$ , $S_{dc22}$ (LCL) relatives à la CMC .....	191
Figure E.9 – Caractéristiques recommandées pour $S_{sd21}$ , $S_{sd12}$ (DCMR) et $S_{ds21}$ , $S_{ds12}$ (CDMR) relatives à la CMC .....	191
Figure E.10 – Montage d’essai pour les essais de dommages aux DES au niveau de la CMC .....	192
Figure E.11 – Exemple de carte d’essai de DES pour la CMC, couche supérieure .....	193
Figure E.12 – Montage d’essai pour les mesures de saturation RF au niveau de la CMC .....	195
Figure E.13 – Exemple de carte d’essai pour la saturation RF / les paramètres S de la CMC, couche supérieure .....	196
Figure E.14 – Montage d’essai pour les mesures de saturation aux DES au niveau de la CMC .....	197

Figure E.15 – Exemple de carte d’essai de saturation aux DES de la CMC, couche supérieure .....	198
Figure E.16 – Exemple de résultats d’essais de saturation aux DES pour la CMC.....	199
Figure E.17 – Montage d’essai pour les mesures TDR au niveau de la CMC.....	200
Figure E.18 – Exemple de carte d’essai pour la TDR de la CMC, couche supérieure .....	200
Figure F.1 – Disposition du dispositif de suppression des DES sur les interfaces MDI 100BASE-T1 et 1000BASE-T1.....	204
Figure F.2 – Montage d’essai pour les mesures des paramètres S au niveau du dispositif de suppression des DES .....	205
Figure F.3 – Exemple de carte d’essai à 4 ports pour la mesure des paramètres S sur le dispositif de suppression des DES – mode mixte, couche supérieure.....	206
Figure F.4 – Exemple de carte d’essai à 3 ports pour la mesure des paramètres S sur le dispositif de suppression des DES – terminaison unique, couche supérieure .....	206
Figure F.5 – Caractéristiques recommandées pour $S_{dd11}$ (RL) pour le dispositif de suppression des DES.....	209
Figure F.6 – Caractéristiques recommandées pour $S_{dd21}$ (IL) pour le dispositif de suppression des DES.....	209
Figure F.7 – Caractéristique recommandée pour $S_{sd21}$ (DCMR) pour le dispositif de suppression des DES.....	210
Figure F.8 – Montage d’essai pour les essais de dommages aux DES du dispositif de suppression des DES.....	211
Figure F.9 – Exemple de carte d’essai de DES pour le dispositif de suppression des DES, couche supérieure .....	212
Figure F.10 – Montage d’essai pour la mesure du courant de décharge des DES au niveau du dispositif de suppression des DES.....	214
Figure F.11 – Exemple de carte d’essai de mesure du courant de décharge de DES pour le dispositif de suppression des DES, couches supérieure et inférieure .....	215
Figure F.12 – Exemple de résultats d’essai et limites recommandées pour le courant de décharge de DES résiduel après le réseau d’essai MDI pour le dispositif de suppression des DES.....	217
Figure F.13 – Configuration d’essai pour l’essai d’écrtage RF au niveau du dispositif de suppression des DES.....	219
Figure F.14 – Exemple de carte d’essai pour l’essai d’écrtage RF au niveau du dispositif de suppression des DES, couche supérieure .....	220
Figure F.15 – Niveaux de puissance d’essai recommandés pour les essais d’écrtage RF au niveau du dispositif de suppression des DES .....	222
Tableau 1 – Vue d’ensemble des mesures et essais .....	122
Tableau 2 – Conditions d’alimentation et conditions ambiantes pour le fonctionnement .....	123
Tableau 3 – Définition de la configuration de l’émetteur-récepteur en mode fonctionnel normal .....	124
Tableau 4 – Définition de la configuration de l’émetteur-récepteur en mode basse puissance .....	124
Tableau 5 – Recommandation pour la sélection des interfaces MII pour la configuration réseau de l’émetteur-récepteur .....	127
Tableau 6 – Essais de réseau d’émetteur-récepteur – définitions des valeurs des composants pour les ports de couplage et réseaux de couplage .....	129
Tableau 7 – Définitions des ports de couplage pour les essais de DES en mode passif .....	131



Tableau 8 – Définition de la configuration de l'émetteur-récepteur en mode fonctionnel normal .....	132
Tableau 9 – Critères d'évaluation de l'émetteur-récepteur Ethernet .....	133
Tableau 10 – Définition des classes d'état fonctionnel .....	134
Tableau 11 – Paramètres des équipements de mesure des émissions radioélectriques conduites .....	136
Tableau 12 – Mesures des émissions conduites .....	137
Tableau 13 – Spécifications pour les essais DPI .....	139
Tableau 14 – Essais DPI pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A <sub>IC</sub> des émetteurs-récepteurs Ethernet.....	140
Tableau 15 – Essais DPI pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel C <sub>IC</sub> ou D <sub>IC</sub> des émetteurs-récepteurs Ethernet .....	141
Tableau 16 – Spécifications pour les essais d'immunité aux impulsions .....	143
Tableau 17 – Paramètres de l'essai d'immunité aux impulsions .....	143
Tableau 18 – Essais d'immunité aux impulsions pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A <sub>IC</sub> des émetteurs-récepteurs Ethernet .....	144
Tableau 19 – Essais d'immunité aux impulsions pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel C <sub>IC</sub> ou D <sub>IC</sub> des émetteurs-récepteurs Ethernet .....	145
Tableau 20 – Spécifications pour les essais de DES .....	151
Tableau 21 – Essais de DES en mode actif pour l'évaluation des classes d'état fonctionnel A <sub>IC</sub> , C <sub>IC</sub> et D <sub>IC</sub> des émetteurs-récepteurs Ethernet.....	152
Tableau 22 – Essais de DES en mode passif pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel D <sub>IC</sub> des CI émetteurs-récepteurs Ethernet.....	153
Tableau B.1 – Paramètres de la carte d'essai de DES .....	164
Tableau C.1 – Paramètres des équipements de mesure des émissions radioélectriques rayonnées.....	171
Tableau C.2 – Mesures des émissions radioélectriques rayonnées .....	171
Tableau C.3 – Spécifications pour les essais d'immunité aux perturbations radioélectriques rayonnées .....	173
Tableau C.4 – Essais d'immunité aux perturbations radioélectriques rayonnées pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A <sub>IC</sub> des émetteurs-récepteurs Ethernet.....	174
Tableau D.1 – Exemple de limites pour les émissions radioélectriques conduites – essais avec classes limites recommandées .....	176
Tableau D.2 – Exemple de limites pour l'immunité aux perturbations radioélectriques conduites – essais avec classes limites recommandées relatives à la classe d'état fonctionnel A <sub>IC</sub> .....	178
Tableau D.3 – Exemple de limites pour l'immunité aux perturbations radioélectriques conduites – essais avec classes limites recommandées relatives à la classe d'état fonctionnel C <sub>IC</sub> ou D <sub>IC</sub> .....	180
Tableau D.4 – Exemple de limites pour l'immunité aux impulsions – Classe I.....	181
Tableau D.5 – Exemple de limites pour l'immunité aux impulsions – essais avec classes limites recommandées relatives à la classe d'état fonctionnel C <sub>IC</sub> ou D <sub>IC</sub> .....	181
Tableau D.6 – Exemple de limites pour les essais de DES en modes actif et passif - essais avec limites recommandées relatives à la classe d'état fonctionnel A <sub>1IC</sub> , A <sub>2IC</sub> , A <sub>3IC</sub> , C <sub>IC</sub> ou D <sub>IC</sub> .....	181
Tableau D.7 – Exemple de limites pour les émissions radioélectriques rayonnées – essais avec classes limites recommandées .....	183

Tableau D.8 – Exemple de limites pour l’immunité aux perturbations radioélectriques rayonnées – essais avec classes limites recommandées .....	183
Tableau E.1 – Procédure d’essai et paramètres pour la caractérisation de la carte d’essai à 3 ports de la CMC .....	187
Tableau E.2 – Procédure d’essai et paramètres pour les mesures des paramètres S au niveau de la CMC .....	188
Tableau E.3 – Mesures exigées des paramètres S pour la CMC .....	189
Tableau E.4 – Paramètres d’essai pour les essais de dommages aux DES au niveau de la CMC.....	194
Tableau E.5 – Essais de DES exigés pour les dommages de la CMC .....	195
Tableau E.6 – Procédure d’essai et paramètres pour les essais de saturation RF au niveau de la CMC .....	196
Tableau E.7 – Essais de saturation RF exigés pour la CMC.....	197
Tableau E.8 – Procédure d’essai et paramètres pour les essais de saturation aux DES au niveau de la CMC .....	198
Tableau E.9 – Essais de saturation aux DES exigés pour la CMC.....	199
Tableau E.10 – Classes de la tension de claquage de la saturation aux DES pour la CMC .....	199
Tableau E.11 – Procédure d’essai et paramètres pour la mesure TDR au niveau de la CMC .....	201
Tableau E.12 – Mesures TDR exigées pour la CMC.....	201
Tableau F.1 – Spécifications du dispositif de suppression des DES.....	202
Tableau F.2 – Procédure d’essai et paramètres pour la caractérisation de la carte d’essai à 3 ports sur le dispositif de suppression des DES.....	207
Tableau F.3 – Procédure d’essai et paramètres pour les mesures des paramètres S au niveau du dispositif de suppression des DES.....	208
Tableau F.4 – Mesures exigées des paramètres S pour le dispositif de suppression des DES .....	208
Tableau F.5 – Paramètres d’essai pour les essais de dommages aux DES au niveau du dispositif de suppression des DES .....	213
Tableau F.6 – Essais de DES exigés pour les dommages au niveau du dispositif de suppression des DES.....	214
Tableau F.7 – Paramètres d’essai pour la mesure du courant de décharge des DES au niveau du dispositif de suppression des DES.....	216
Tableau F.8 – Mesure de courant exigée pour le dispositif de suppression des DES.....	216
Tableau F.9 – Limites recommandées pour le courant de décharge de DES résiduel après le réseau d’essai MDI pour le dispositif de suppression des DES .....	217
Tableau F.10 – Classes limites et tensions d’essai de DES appliquées correspondantes .....	218
Tableau F.11 – Procédure d’essai et paramètres pour les essais d’écrtage RF au niveau du dispositif de suppression des DES.....	221
Tableau F.12 – Essais d’écrtage RF exigés pour le dispositif de suppression des DES.....	222

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### CIRCUITS INTÉGRÉS – ÉVALUATION DE LA CEM DES ÉMETTEURS-RÉCEPTEURS –

#### Partie 5: Émetteurs-récepteurs Ethernet

#### 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.

La Norme internationale IEC 62228-5 a été établie par le sous-comité 47A: Circuits intégrés, du comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

La présente version bilingue (2021-10) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2021-04.

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.

Le présent 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 <http://www.iec.ch/standardsdev/publications>.

Le comité a décidé que le contenu du présent document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A 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 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.**

## CIRCUITS INTÉGRÉS – ÉVALUATION DE LA CEM DES ÉMETTEURS-RÉCEPTEURS –

### Partie 5: Émetteurs-récepteurs Ethernet

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62228 spécifie les méthodes d'essai et de mesure pour l'évaluation de la compatibilité électromagnétique (CEM) des circuits intégrés (CI) émetteurs-récepteurs Ethernet placés en réseau. Elle définit les configurations d'essai, les conditions d'essai, les signaux d'essai, les critères de défaillance, les procédures d'essai, les montages d'essai et les cartes d'essai. Elle s'applique à l'émetteur-récepteur des systèmes Ethernet:

- 100BASE-T1 conformément à l'ISO/IEC/IEEE 8802-3/AMD1;
- 100BASE-TX conformément à l'ISO/IEC/IEEE 8802-3;
- 1000BASE-T1 conformément à l'ISO/IEC/IEEE 8802-3/AMD4.

et couvre:

- l'émission de perturbations radioélectriques;
- l'immunité aux perturbations radioélectriques;
- l'immunité aux impulsions;
- l'immunité aux décharges électrostatiques (DES).

#### 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).

IEC 61967-1, *Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques – Partie 1: Conditions générales et définitions*

IEC 61967-4, *Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques, 150 kHz à 1 GHz – Partie 4: Mesure des émissions conduites – Méthode par couplage direct 1  $\Omega$ /150  $\Omega$*

IEC 62132-1, *Circuits intégrés – Mesure de l'immunité électromagnétique – Partie 1: Conditions générales et définitions*

IEC 62132-4, *Circuits intégrés – Mesure de l'immunité électromagnétique 150 kHz à 1 GHz – Partie 4: Méthode d'injection directe de puissance RF*

IEC 62215-3, *Circuits intégrés – Mesure de l'immunité aux impulsions – Partie 3: Méthode d'injection de transitoires non synchrones*

IEC 62228-1, *Circuits intégrés – Evaluation de la CEM des émetteurs-récepteurs – Partie 1: Conditions générales et définitions*

ISO 10605, *Véhicules routiers – Méthodes d'essai des perturbations électriques provenant de décharges électrostatiques*

ISO 21111-2, *Road vehicles – In-vehicle Ethernet – Part 2: Common physical entity requirements* (disponible en anglais seulement)

ISO 7637-2, *Véhicules routiers – Perturbations électriques par conduction et par couplage – Partie 2: Perturbations électriques transitoires par conduction uniquement le long des lignes d'alimentation*

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Prescriptions spécifiques – Partie 3: Norme pour Ethernet*

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017/AMD1:2017, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Prescriptions spécifiques – Partie 3: Norme pour Ethernet – Amendement 1: Spécifications de la couche physique et paramètres de management pour une opération de 100 Mb/s sur un câble unique équilibré à paire torsadée (100BASE-T1)*

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017/AMD4:2017, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Prescriptions spécifiques – Partie 3: Norme pour Ethernet – Amendement 4: Spécifications des couches physiques et paramètres de gestion pour l'exploitation des interfaces à 1 Go/s sur un seul câble de cuivre à paires torsadées*

Electronic Components Industry Association, EIA-198-1, *Ceramic Dielectric Capacitors Classes I, II, III and IV*